Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

GLÄTTUNG UND POLITUR VON ZAHNHARTSUBSTANZEN NACH INSTRUMENTELLER ENTFERNUNG VON ZAHNSTEIN UND KONKREMENTEN

EINE RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE STUDIE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt
von
Heinz Johann Müller
aus
Heinrichsheim

1980

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548919_0025

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

GLÄTTUNG UND POLITUR VON ZAHNHARTSUBSTANZEN NACH INSTRUMENTELLER ENTFERNUNG VON ZAHNSTEIN UND KONKREMENTEN

EINE RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE STUDIE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt
von
Heinz Johann Müller
aus
Heinrichsheim

1980

Dekan: Professor Dr. H. Heimann
Berichterstatter: Professor Dr. R. Mayer

FOTODRUCK H. RESCH · Georgstr. 50 · 7402 Kirchentellinsfurt

Meiner Mutter

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Literaturübersicht	4
3. Material und Methode	13
4. Ergebnisse	17
4.1. Zirkate und Gummikelch	17
4.1.1. Wirkung auf Restauflagerungen	17
4.1.2. Wirkung auf Läsionen	18
4.1.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit	19
4.1.4. Polierwirkung und Glättungseffekt	21
4.2. Zirkate und Nylonbürstchen	23
4.2.1. Wirkung auf Restauflagerungen	23
4.2.2. Wirkung auf Läsionen	23
4.2.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit	23
4.2.4. Polierwirkung und Glättungseffekt	24
4.3. Leinenstreifen	25
4.3.1. Wirkung auf Restauflagerungen	25
4.3.2. Wirkung auf Läsionen	26
4.3.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit	26
4.3.4. Polierwirkung und Glättungseffekt	27
Abbildungen	30
5. Diskussion	94
6. Zusammenfassung	103
7. Literaturverzeichnis	107

1. Einleitung und Problemstellung

Als eine in der Wissenschaft allgemein anerkannte Tatsache gilt, daß Parodontopathien einem multikausalen Ursachenkomplex unterliegen. Interne Faktoren (SCHULTE und SCHÖNLEBER 1959, SCHULTE 1961, 1966, 1973) und lokal-anatomische Zusammenhänge (FRÖHLICH 1964) werden ebenso beschrieben wie exogen-lokal wirksame Ursachen (RIETHE 1969, SCHAREYKA-FUSSAN et al. 1976). Nach LÖE et al. (1965) besteht eine direkte kausale Wirkung von bakteriellen Belägen und gingivalen Entzündungen.

Weiterhin konnte experimentell die Gingivitis in eine Parodontitis übergeführt werden (LINDHE et al. 1975). Unter vielen Faktoren, die die Ansammlung von Plaque begünstigen (RIETHE 1966, SAUERWEIN 1976), sind auch direkt lokale Ursachen zu nennen:

- Füllungs- und Kronenränder (RENGGLI 1974),
- individuelle anatomische Struktureigentümlichkeiten des Zahnes wie Perikymatien, Prismendellen (KRÖNCKE 1966, PANTKE 1957) und
- Fissuren und Grübchen (SAUERWEIN 1974).

Sie werden als Prädilektionsstellen für eine Plaqueakkumulation angesehen (JONES 1972, SELVIG 1970). Die eindeutige Beziehung von Oberflächenrauhigkeit und vermehrter Plaqueretention ist durch mehrere Untersuchungen belegt worden:

WAERHAUG (1956) rauhte die Schmelzoberflächen an und fand an diesen Oberflächen mehr Plaque als an glatten Schmelzarealen. Dasselbe bestätigen Folienversuche von BJÖRBY und LÖE (1967), BREBOU und MÜHLEMANN (1966) und SCHROEDER und MARTHALER (1962). Die Untersuchungen von BRADY (1973), JONES (1972) und SELVIG (1970) zeigen bevorzugte Ablagerungen an Hartsub-

stanzrissen, Resorptionen, an Läsionen und an anderen Oberflächenrauhigkeiten der Zähne. Es konnten auch bevorzugte Ablagerungen entlang der Perikymatien festgestellt werden.

Ebenso bekräftigen MIERAU et al. (1978) diese Annahmen, indem sie "die Oberflächenrauhigkeit als einen Indikator für eine stärkere oder geringere Neigung zur Belagbildung" werten und sie als bestimmend für die Reproduzierbarkeit der Belagbildung ansehen. "Die engen Beziehungen zwischen Belagwachstum und Rauhigkeit der Schmelzoberfläche" gelten als bewiesen (MIERAU 1979).

Die Bedeutung der Oberflächenrauhigkeiten von Füllungsmaterialien und prothetischen Ersatzwerkstoffen sind unter anderem bei EICHNER (1974), PUHAR und EGLI (1967), VOLCHANSKY et al. (1974) u.a. beschrieben.

Bei den wesentlichsten Maßnahmen in der Prophylaxe und Therapie der entzündlichen Erkrankungen des Parodontiums gilt es, weiche und harte Zahnbeläge zu entfernen und Rauhigkeiten zu eliminieren. Gleichzeitig muß eine möglichst saubere und glatte Zahnoberfläche geschaffen werden, die einer wiederholten mikrobiellen Besetzung und Belagbildung entgegenwirkt.

Die Entfernung von supra- oder subgingivalem Zahnstein mit Hilfe der vielen zur Verfügung stehenden Arbeitsinstrumente verursachen an den Zahnhartsubstanzoberflächen Schäden verschiedenster Ausmaße und verschiedenster Prägung. Diese sind abhängig von multiplen Parametern, die einen mehr oder weniger starken Einfluß auf die Oberflächenschäden ausüben DIEDRICH et al. (1975), EWEN und GWINNET (1977), GREEN (1968), HÜTTEMANN (1976), JONES et al. (1972), KRÖNCKE (1964), MAYER et al. (1978), SPRANGER (1968) u.a.

Andererseits wird die exakte, komplette Entfernung der Auflagerungen angezweifelt. BARNES und SCHAFFER (1960) entfernten in vivo Zahnstein mit Curetten, Feilen und Hakeninstrumenten und fanden bevorzugt an mesialen und distalen Oberflächen zurückgelassenen Zahnstein. Ebenso berichten EWEN und GWINNETT (1977) in einer in vivo-Studie über Restauflagerungen an Schmelz, Schmelz-Zement-Grenze und Zement nach Zahnreinigung mit Hand- und Ultraschall-Instrumenten.

JONES et al. (1972) reinigten in vivo Zahnoberflächen mit Curetten, Scalern oder mit dem Cavitron und stellten fest:
"Considerable amounts of calculus were found to be retained over some areas which were left as clinically smooth". (Beträchtliche Mengen an zurückgelassenem Zahnstein fanden sich an einigen Stellen, die klinisch als glatt bewertet wurden).

Selbst bei in vitro durchgeführten Zahnreinigungsmaßnahmen werden Restauflagerungen verschiedenster Formen gefunden (MEYER und LIE 1977, LIE und MEYER 1977).

Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, Zahnoberflächen nach vorheriger Reinigung mit Hand- oder Ultraschallinstrumenten und anschließender Politur an Hand rasterelektronenmikroskopischer Aufnahmen zu untersuchen.

2. Literaturübersicht

Zur Untersuchung von natürlichen Zahnoberflächen wie auch von Restaurationsmaterialien werden folgende gängige und bewährte Methoden angewandt:

(1) Lichtreflexionstechnik

(2) Auflicht-Dunkelfeld-Mikroskopie

(3) Stereomikroskopische Untersuchungen

(4) Replika-Technik

(5) Profilographische Darstellungen

(6) Rasterelektronenmikroskopische Darstellungen

Oft werden zwei oder mehrere Untersuchungstechniken kombiniert mit dem Ziel, die Oberflächenqualität, das heißt Glätte und Rauhigkeit, darzustellen bzw. zu objektivieren.

SCHRÖDER (1977) untersuchte den Füllungsrand von polierten Füllungen verschiedener Materialien nach Ultraschalleinwirkung mit Hilfe des Förster-Profilographen, der Replika-Technik, der rasterelektronenmikroskopischen Technik und stereomikroskopisch.

Es zeigt sich, daß bei allen Materialien die mittlere Rauhtiefe nach der Beschallung zunimmt und in einem Bereich (z.B. bei Amalcap) von etwa 16 µm liegt. Die Rauhtiefe der unbearbeiteten, polierten Oberfläche mit dichtem Randschluß liegt dagegen bei etwa 5 µm. Die Oberfläche wurde mit einem runden Finierer, Schlagpolierer und weichen Bürstchen mit Schlämmkreide poliert und als sehr glatt bezeichnet. Die mit Alpinen-Spitzen, vaselinierten Leinenstreifen und ebenso weichen Bürstchen mit Schlämmkreide polierten Füllungen Silicap und Compocap zeigten eine Oberflächenrauhigkeit von 10 µm bei Silicap und von 8 µm bei Compocap. Sie wurden als wenig glatt bezeichnet.

Die unpolierte Estilux-Estiglaze-Füllung zeigte eine mittlere Rauhtiefe von 5 µm und wird als sehr glatt bezeichnet. Die gemessene Rauhigkeit der randnahen Schmelzoberfläche ergab eine mittlere Rauhtiefe von 4-5 µm.

KLEIN (1976) kombinierte das Rasterelektronenmikroskop und den Profilographen zur Darstellung verschiedener Composites, die mit unterschiedlichen Polierverfahren und Poliermitteln geglättet wurden. Die Prüfkörper wurden 2 min. grob bearbeitet und jeweils 1 min. vorpoliert und nachpoliert. Insgesamt betrachtet ergab sich eine durchschnittliche Oberflächenrauhigkeit von 0,5 bis 0,75 µm.
KLEIN weist dabei auf die günstigen Polierwirkungen des Polycap-Finierset-Drei-in-Eins hin, dessen Beschichtung aus Aluminiumoxid-Zirkoniumsilikat und Zinnoxid besteht. Die anfänglichen Rauhtiefen bewegen sich von 2 - 11 µm, je nach Material verschieden.

Oberflächen mit einer Rauhtiefe von 0,25 µm werden als hochglanzpoliert bezeichnet und konnten in dieser Untersuchung jedoch nicht erreicht werden. Weiterhin soll durch "verstrichene und abgerundete Füllstoffpartikel die Oberfläche stumpf und unregelmäßig erscheinen", was "die Plaqueretention" erhöht.

In ähnlicher Weise untersuchten HEATH und WILSON (1976) die Abrasion und die Oberflächenrauhigkeit von Restaurationsmaterial, welches mit Zahnpasta bearbeitet wurde. Sie fanden eine Rauhigkeit von 0,1 µm vor und von 0,12 µm nach dem Bürstversuch im Schmelz. Ebenso stellten sie Oberflächen im Rasterelektronenmikroskop dar.

LUZ (1963) kommt bei der Untersuchung mit dem Profilograph nach einem Palavit G^{R} - Abdruck von Amalgamfüllungen und verschiedenen Polierverfahren zu einem Mittelwert der maximalen Rauhtiefe von 1,65 µm. LUZ polierte mit Finierer, harter Bürste mit Bimssteinpulver und weicher Bürste mit Schlämmkreide. In den meisten Fällen wurde ein glatter Übergang von Füllung zu Zahn erreicht und vermutet, daß Bürsten bei "nicht allzu hoher Tourenzahl Furchen, Fissuren und Füllungsrand besser erreichen als starre Gummipolierer".

Ebenso stellen PUHAR und EGLI (1967) die Oberflächenrauhigkeit zahnärztlicher Materialien bei unterschiedlichen Bearbeitungs- und Polierverfahren graphisch dar und weisen auf die Rauhigkeit der meisten polierten Oberflächen und die daraus resultierende günstige Struktur für eine Belagbildung hin.

MEINERS et al. (1974) benutzten die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung von Composite-Füllungsflächen nach dem Putzen in vitro mit verschiedenen Zahnpasten. Die geputzten Oberflächen waren durchweg rauher als die mit Softacrylsteinchen und Vaseline geglätteten Oberflächen.

VOLCHANSKY et al. (1974) untersuchten Zahnoberflächen und Restaurationsoberflächen in Kombination der rasterelektronenmikroskopischen und profilographischen Technik.

Die maximale Wertdifferenz von Spitzen zu Tiefen der Profilkurve bei Schmelz beträgt 2,2 µm, die des Gold-Inlays (als ein Beispiel) 15 µm. Im Vergleich dazu wird die Schmelzoberfläche als die wahrscheinlich glatteste Oberfläche im Mund angesehen.
Dabei wird angedeutet, daß alle anderen natürlichen

und restaurativen Oberflächen dahingehend verglichen werden sollten. Als bedeutendes Problem wird die Interpretation der Rauhheit diskutiert und eine Definition für die Beurteilung von Oberflächen für dentale Zwecke gefordert.

BRUNIER (1971) hat den Zahnschmelz bei frisch extrahierten Weisheitszähnen mit Siliziumkarbid unterschiedlicher Korngröße und mit unterschiedlichen Schleifflüssigkeiten bearbeitet und außer anderen Untersuchungsmethoden auch im Rasterelektronenmikroskop dargestellt.

Bei eindeutiger Abhängigkeit des Schliffbildes von der Grobheit der Körnung nennt er sieben Größen, die auf die Oberflächenrauhheit Einfluß nehmen:

1. Korngröße
2. Belastungsdruck
3. Feuchtigkeit
4. Geschwindigkeit
5. Prismenanordnung
6. Dicke der Prismen
7. Schmelzhärte

Er fordert eine Nachpolitur mit feineren Materialien, um "Retentionsstellen für gärungsfähige Speisereste zu vermeiden".

KRÖNCKE (1964) berichtet bei seinen Untersuchungen zur Glättung der Wurzeloberfläche mit einem schmirgelbelegten Leinenstreifen über die Abhängigkeit der mittleren Rauhtiefe vom Feinheitsgrad des Schmirgelstreifens. Das Feinprofil zeigt bei einem feinen Leinenstreifen eine mittlere Rauhtiefe von 4-5 µm, und die gesamte Wurzeloberfläche wird als "bemerkenswert eben" beschrieben.

HÜTTEMANN (1976) beschreibt mit Hilfe der Replica-Technik und Auflicht-Dunkelfeld-Mikroskopie einige Polierspuren an Zahnoberflächen, die mit Gumminäpfchen und Zirkatepaste vor der Ultraschallbearbeitung poliert wurden bei einer 150-fachen Vergrößerung. Der mittlere Rauhwert beträgt 9 µm.

Er fordert die "Glättung der Schmelzoberfläche mit geeigneten Poliermaßnahmen, um die Rauhigkeiten nach Ultraschallbehandlung einzuebnen und so einem Neuansatz von Zahnauflagerungen vorzubeugen".

Im selben Sinne schreibt SPRANGER (1968) von einer unerläßlichen Politur der Zahnoberfläche im Anschluß an die Ultraschallbehandlung, wenn eine einwandfreie Glättung gefordert wird.

FITZPATRICK und WAY (1977) untersuchten in vivo mittels Silicon-Abdrücken die Schmelzoberflächen nach Aufkleben von Bracketts unter anderen Faktoren auch in Bezug auf den Schmelzverlust und die Schmelzmorphologie. Dazu wurden die Oberflächen angeätzt, mit Bracketts beklebt, diese wiederum entfernt und mit Gummikelch und nichtfluoridierter Zirkate-Paste poliert. So behandelte Flächen werden im klinischen und im rasterelektronenmikroskopischen Vergleich zu unbehandelten Flächen als glatt bezeichnet.

DIEDRICH (1979) findet im rasterelektronenmikroskopischen Bild nach Brackett-Entfernung schollige, terrassenförmige Schmelzausrisse und berichtet von lokalisierten Schmelzdefekten bis maximal 100 µm Tiefe. Durch anschließende Politur mit Handinstrumenten (Ash-Scaler H 6 / H 7), grüne Gummipolierer und Bimssteinpulver mit Reinigungsbürstchen sind diese Defekte "nur partiell einzuebnen".

"Die Schmelzläsionen liegen aber in wenig kariesaktiven, der Zahnpflege gut zugänglichen Schmelzbereichen, so daß das Risiko einer Kariesbildung gering ist". Die Untersuchungen der Schmelzoberfläche nach Politur sind noch nicht veröffentlicht.

Viele Autoren weisen auf die Notwendigkeit einer Politur der Zahnhartsubstanzen nach parodontaltherapeutischen Maßnahmen hin, jedoch ohne Hinweise auf bereits diesbezüglich spezifisch durchgeführte Untersuchungen der Oberflächenmorphologie.

So schreibt HEPBURN (1963): Zur Nachbehandlung sollen die Zähne gut poliert werden, um eine erneute Plaque-Bildung zu verhindern. "Es stehen da die bekannten Methoden mit Bimsstein und Schlämmkreide unter Verwendung von Gummipolierern und Bürstchen zur Verfügung".
"Der Effekt ist bei Anwendung der Zahnreinigungspasten unter gleichzeitiger Verwendung von Bürstchen gut", wobei keine klinischen Unterschiede zwischen verschiedenen Fabrikaten festgestellt wurden.

Auch BLAKE und TROTT (1962) erwähnen die Politur mit einem feinen Bimsstein, der mit Glycerin zu einer Paste gemischt wird, wobei die Zahnkronen mit einem Polierbürstchen und die Zahnwurzeln mit einem Gummipolierkelch zu polieren sind. Unzugängliche Areale könnten mit einer Holzspitze und der Interdentalraum mit einem feinen Sandpapierstreifen bearbeitet werden.

Ebenso berichtet GOLDMAN et al. (1975), daß beim Polieren sämtliche Konkremente und Beläge entfernt werden müssen, "da die Zähne in einem besseren Gesundheitszustand verbleiben, wenn sie gereinigt und poliert sind". Er empfiehlt das Polieren der Zahnkronen auch mit feiner Bimssteinpaste und Gummināpfchen oder Gummischeibchen, Holzkeilchen für Zahnwurzeln und für die Interdentalräume Zahnseide, Nylonwolle und Bimssteinpaste.

SCHEFFER et al. (1973) fordern in ähnlicher Art die Glättung des Zahnes, um Plaque und weiche Ablagerungen vollständig zu entfernen und empfehlen auch Polierstreifen mit Polierpaste für den Interdentalraum.

RATEITSCHAK et al. (1978) und SAUERWEIN (1976) weisen darüber hinaus auf die Möglichkeit hin, mit einer fluorhaltigen Reinigungspaste zu polieren.

Besonders in der englischsprachigen Literatur finden sich Untersuchungen über die Polierwirkung, Effektivität und Reinigungswirkung von Polierpasten.

ZAMPA und GREEN (1972) polierten eine präparierte Schmelz- und Zementfläche mit verschiedenen Mitteln für 60 sec. und definierten den Anpressdruck.
Sie kamen zu dem Ergebnis, daß alle Poliermittel eine statistisch signifikant glattere Oberfläche hervorrufen als das Wurzelglätten mit Curetten allein.

WHITEHURST et al. (1967) fanden in ihren Untersuchungen heraus, daß die Polier- und Reinigungswirkung in starkem Maße von der Partikelgröße des Abrasionsmaterials abhängt und daß die Kombination von Zirkoniumsilikat und Zinnfluorid eine sehr günstige Kombination in Bezug auf Politur und Reinigung ist und zugleich die Schmelzlöslichkeit reduziert.

In einer anderen Studie wird von STOOKEY et al. (1966) allein die Polierwirkung auf Schmelz von Zirkoniumsilikat mit einem Reflektometer geprüft. Dabei wurde eine angeätzte Schmelzoberfläche mit einem Gummipolierkelch bei 5000 U/min. für 30 sec. poliert.

Als Ergebnis läßt sich zusammenfassen, daß die Polierwirkung von der Partikelgröße, von der Polierzeit (bei einer maximalen Wirkung nach 30 sec.), von dem Verhältnis Abrasivpuder zu Wasser abhängt und auch davon, in welcher technischen Weise die wirksamen Partikel hergestellt werden.
Weiterhin wird festgestellt, daß Zirkoniumsilikat bislang eines der besten zur Zeit im Handel erhältlichen Reinigungs- und Polierpasten ist.

PUTT et al. (1975) kamen in einer anderen Studie zu dem Resultat, daß Zirkoniumsilikat-Paste einen relativ hohen Polierеffekt, aber einen geringen Reinigungs- und Abrasiveffekt besitzt.

MÜHLER et al. (1964) untersuchten die klinische Effektivität von Zirkoniumsilikat und berichten über eine signifikant bessere Wirkung verglichen mit anderen Polierpasten.

Die biologischen Eigenschaften von Zirkoniumsilikat werden von STOOKEY et al. (1967) erforscht und als biologisch inert bezeichnet. Es konnten keine toxischen Effekte nachgewiesen werden.

In einer weiteren Untersuchung wird von BARNES et al. (1971) die Zahnstein-Verminderungs-Eigenschaft von drei Polierpasten erforscht und die behandelten Oberflächen auch mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie dargestellt. Eine signifikante Reduktion von Zahnsteinanlagerungen der mit Zirkoniumsilikat behandelten Schmelzflächen von Rinderzähnen gegenüber den unpolierten wurde gefunden und jene Paste als ein Antizahnstein-Mittel betrachtet.
Im veröffentlichten rasterelektronenmikroskopischen Bild bei 2600-facher Vergrößerung sind nur wenige Kratzer und Spuren zu sehen, die Fläche erscheint gegenüber der unbehandelten glatter.

3. Material und Methode

Von insgesamt 41 Zähnen, die aus parodontalen oder prothetischen Gründen extrahiert werden mußten und die mit Zahnstein und/oder Konkrementen behaftet waren, wählten wir 68 Approximalflächen zur Untersuchung aus. Nach möglichst schonender Extraktion, Reinigung unter fließendem Wasser mit einem weichen Bürstchen wurden sie in physiologischer Kochsalzlösung bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Vor der Bearbeitung wurden die betreffenden Flächen im Maßstab 1 : 1 fotographiert und eine Kontrollskizze angefertigt.

Bei 12 Flächen führten wir die gesamten Prophylaxemaßnahmen in vivo durch.

Nach der Bearbeitung der Zahnflächen mit Hand- und/oder Ultraschallinstrumenten (Ash-Scaler H 6/H 7 bzw. Sonus II mit meißelförmigem Instrumenteneinsatz Nr. 4, siehe NOWY 1980) erfolgte die Politur mit

1. Zirkate[R] Prophy Paste[x)] und Gummipolierkelch[xx)]

   oder mit

2. Zirkate[R] Prophy Paste und Neos-Miniatur-Polierbürstchen aus Nylon hart Nr. 835[xxx)]

   oder mit

3. Leinenstreifen[xxxx)].

Dabei wurde die vom Hersteller angegebene Poliertechnik eingehalten und jede Zahnfläche mit einer frischen Paste sowie geringer Geschwindigkeit und, wie gleichfalls vom Hersteller angegeben, etwa 10 sec. lang poliert.

x) Firma: De Trey, Wiesbaden

xx) Original-Bezeichnung: Rubber Polishing Cups, Produits Dentaires S.A., 1800 Vevey, CH

xxx) Firma: Hawe Neos, Dental, Gentilino - Lugano

xxxx) Linen Finishing Strips, Grit Width, Ex. Fine-Med. von Moyco

Die Kriterien einer sauberen, gut polierten Oberfläche unterliegen rein subjektiven Verhaltensmustern. Hierbei ergaben sich Polierphasen von 10 sec. bis maximal 30 sec. Der Mittelwert der Polierdauer liegt bei 15 sec. pro Zahngesamtfläche (Schmelz und Zement) bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 4000 bis 10000 U/min.
Der ausgeübte Druck unterlag subjektiven Erfahrungen. Die Zähne hielten wir auf einer Unterlage mit der Hand fest.
Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer mit dem Leinenstreifen betrug 16 sec. mit Grenzzeiten von 12 sec. und 20 sec. Die Zähne wurden dabei mit den nicht zu beurteilenden Wurzelenden in einen Schraubstock gespannt.
Nach einem an die jeweilige Bearbeitung folgenden vorläufigen Absprayen wurden Markierungsbohrungen als Orientierungshilfe angelegt, die Zähne unter ständiger Kühlung mittels Trennscheibe in orofacialer Richrung durchtrennt, nochmals sorgfältig abgesprayt, getrocknet und auf einen Träger aufgeklebt.

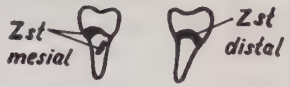
Die Tabelle (siehe Seite 15) zeigt die Art und Weise mit der wir die entsprechenden Zähne registrierten. Zur Veranschaulichung ist ein Beispiel eingetragen.

Vor der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung wurden die Objekte mit einer ca. 50 nm dicken Goldschicht bedampft.

Die Untersuchung erfolgte in einem CAMBRIDGE STEREOSCAN MARK 2 A, wobei zunächst Übersichtsaufnahmen von 16- bis 20-facher Vergrößerung gemacht wurden, um dann in mehreren Detailaufnahmen bis zu 5000-facher Vergrößerung die Oberfläche darzustellen.
Die Aufnahmen hielten wir mit einer Kleinbildkamera und auf einem Ilford FP 4-Film fest und erhielten davon Papierabzüge.

ZAHN	47	Bel. Zst. Kon.	TT	LoG	
		Zst. an Sch/Zem	4 m 5 d	II	

EXTR.	Datum	Bemerkungen:
	05.11.79	leichte und schonende Extrakt.

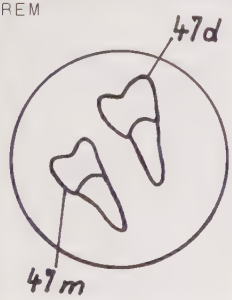


REINIG.	Datum	Bemerkungen:
	05.11.79	harter, schwer zu entfernender Zahnstein

Reinigungsart:	Instr.	extra oral	intra oral	m	d	fac	oral	occl	Sch	Zem
Sonus II										
Ash-Instr.										
Meißel										
Haken										
Scaler H6/H7		X		X	X				X	X
					mit Sonde rauhe Oberfl. getastet					
Politur										
Zirkate					X					
Highpolish										
Superpolish										
Bimsmehl										
Leinenstreifen										
Stahlcarbo-Str.										
Tompkinsfeilen										
Applikations-mittel										
Neos-Pol.B.Nat.										
Neos-Pol.B.Nyl.					2	20sec xxx				
Gum.-Pol.-Kelch					X					

AUFBEWAHRUNG	Art und Zeit:	physiol. Kochsalzl. am 5.11.79

REM



Datum:	12.11.79
Träger-Nr.:	10
Aufnahme-Nr.:	74544
.....	

xxx glatte, glänzende Oberfläche im Schmelz;
matte, saubere Oberfläche im Zement;
mit Sonde Vertiefung tastbar

An dieser Stelle möchten wir dem Leiter des Institutes für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Herrn Professor Dr. Seilacher, ebenso Herrn Priv. Doz. Dr. Ch. Hemleben und ganz besonders Herrn H. Hüttemann für die freundliche, hilfsbereite und fachkompetente Unterstützung am Rasterelektronenmikroskop danken.

Insgesamt wurden bei 68 zu vergleichenden Flächen 530 Bilder ausgewertet.

4. Ergebnisse

4.1. Zirkate und Gummikelch

4.1.1. Wirkung in Bezug auf Restauflagerungen

Im einzelnen ergeben sich nach Bearbeitung mit Zirkate und Gummikelch folgende Resultate:

(1) Die Ränder der Restauflagerungen sind durchwegs abgerundet, abgeflacht und teils dünn und flach auslaufend

(2) Es gibt vereinzelt Stellen, an denen nur eine sehr geringe Polierwirkung sichtbar ist

(3) Es sind deutlich einzelne Polierspuren nachzuweisen, die kontinuierlich von der Zahnoberfläche über den Ansatz der Restauflagerung und an deren Oberfläche verlaufen

(4) Die Oberflächen der Restauflagerungen sind je nach Strukturierung glatt bis porös und uneben

(5) In topographisch ungünstigen Bezirken, wie z.B. Läsionsgrund, Imbrikationslinien oder an der Schmelz-Zement-Grenze können Restauflagerungen vorhanden sein, an denen kein Polier- oder Glättungseffekt vorhanden ist
(siehe Abb. 1 - 6).

Weiterhin ist das Maß der Politur auf Restauflagerungen abhängig von:

(1) der Form der Restauflagerungen

(2) der Größe der Restauflagerungen

(3) der Stärke und Höhe der Restauflagerungen

(4) der Lokalisation der Restauflagerungen (Schmelz, Schmelz-Zement-Grenze, Zement)

(5) der Härte und der Haftung der Restauflagerungen auf der Zahnoberfläche.

Wir nehmen an, daß diese Parameter im wesentlichen die Qualität der Politur bei den vorgegebenen Bedingungen (siehe Methode) beeinflussen.

4.1.2. Wirkung in Bezug auf Läsionen

1. Alle vom Poliereffekt erfaßten Läsionskanten oder Defektkanten werden mehr oder weniger stark abgerundet, geglättet und abgeflacht. Eine Abhängigkeit von Rotationsrichtung, Zeit und Druck ist anzunehmen. Um die klinische Relevanz einzuhalten, sind diese Parameter von uns jedoch nicht untersucht worden.

2. Der Polier- und Glättungseffekt an Läsionen ist abhängig von:

   2.1. Form, Größe und Tiefe der Läsion

   2.1.1. Je größer und flächiger die Läsion, desto wahrscheinlicher und desto besser ist der Poliereffekt am Läsionsgrund

   2.1.2. Je tiefer und je kleiner die Läsion, desto unwahrscheinlicher und schlechter ist der Poliereffekt im Läsionsgrund

   2.1.3. Flach auslaufende Läsionen mit geringer Tiefe werden am besten poliert

2.2. Lokalisation der Läsion im Vergleich zur Instrumentenwirkungsmöglichkeit am Ort und im Vergleich zur Abrasionsfähigkeit (Schmelz oder Zement)

2.2.1. In vitro bestand zu allen Läsionen, ob im Schmelz oder Zement, eine gute Polierzugänglichkeit. Diese muß in vivo als eingeschränkt betrachtet werden.

2.2.2. Aufgrund der geringeren Härte des Zementes ist an diesem eine etwas stärkere Abrasionswirkung anzunehmen als im Schmelz (siehe Abb. 7 bis 20).

4.1.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit

1. Das Poliermuster (Polierspuren und Mikrorauhigkeit) ist in Abhängigkeit der Vergrößerung mit unbewaffnetem Auge folgendermaßen zu beschreiben:

1.1. Im Schmelz ab 100-facher Vergrößerung gerade sichtbar feine Polierspuren (siehe Abb. 19)

1.2. Ab 200-facher Vergrößerung deutlich erkennbar feine Polierspuren (siehe Abb. 20)

1.3. Im Zement sind gerade sichtbare, feine Polierspuren ab 50-facher Vergrößerung vorhanden (siehe Abb.9), und ab 100-facher Vergrößerung sind sie deutlich zu erkennen (siehe Abb. 15).

2. Die Beurteilung des Poliermusters unterliegt jedoch Schwankungen und Abweichungen, wobei von individuell-subjektiven Faktoren auch die phototechnische Qualität einen deutlichen Einfluß ausübt. Diese Feststellung gilt ebenso für die Er-

gebnisse der mit Polierbürstchen und Leinenstreifen bearbeiteten Zähne.

3. Bei 500-facher Vergrößerung zeigt sich sowohl im Schmelz als auch im Zement ein regelmäßiges (bezüglich der Ausrichtung der Polierspuren) und ein relativ gleichmäßiges (bezüglich der Tiefe der Polierspuren) Poliermuster.
   Vereinzelte, meist in Hauptrichtung der Polierspuren verlaufende, in Tiefe und Breite verstärkte Spuren sind zu finden (siehe Abb. 3, 6 und 21).

4. Bei 1000-facher Vergrößerung ist im Schmelz ein deutliches, relativ regelmäßiges und gleichmäßiges Poliermuster zu sehen, das mit mehreren verstärkten Einzelspuren durchzogen ist. Die Oberfläche kann als "glatt" bezeichnet werden (siehe Abb. 2 und 16).
   Im Zement besteht die gleiche Poliermusterqualität, jedoch sind die Spuren insgesamt verstärkt und die Oberfläche erscheint deshalb nicht so "glatt" (siehe Abb. 22).

5. Bei höheren Vergrößerungen ist eine Polierspurenbreite und -tiefe von etwa 1 µm und kleiner im Schmelz auszumessen. Im Zement liegen sie im Bereich von etwa 1 - 1,5 µm.
   Die angegebenen Größen sind zur besseren Orientierung ausgemessen worden, um damit Vergleichsvorstellungen zu erleichtern.

6. Als Orientierungsmaß für die Mikrorauhigkeit der Polierspuren in Bezug auf ihre Tiefe und Breite ist deshalb der Bereich von 1 µm und weniger anzugeben.

4.1.4. Polierwirkung und Glättungseffekt

1. Es ist ein eindeutiger Reinigungs- und Glättungseffekt nachzuweisen.
   Die Oberflächen der Zahnhartsubstanzen erscheinen bereits bei Vergrößerungen bis zu 40-fach klarer, sauberer, geglättet und insgesamt betrachtet ebener; die Übergänge von Läsionsrändern und Auflagerungsrändern sind, visuell beurteilt, weicher.

   Das unpolierte Oberflächenbild ist bei gleicher Vergrößerung als rauher, unebener zu bezeichnen und besitzt schärfere Läsions- und Auflagerungskanten (siehe Abb. 23 und 24).

2. Die Polierwirkung erscheint im Zement etwas stärker ausgeprägt als im Schmelz (siehe Abb. 9, 10, 11, 13 und 15).

3. Es ist eindeutig nur ein begrenzter Glättungs- und Polierеffekt vorhanden.

3.1. Restauflagerungen in unterschiedlichsten Formen, Größen und Lokalisationen sind noch vorhanden.

3.2. Läsionen in ebenso unterschiedlichen Erscheinungsformen sind noch vorhanden.

3.3. Es werden offensichtlich nur geringste Auflagerungen, Rauhigkeiten und Läsionen auspoliert, abpoliert oder ausgeglichen
(siehe Abb. 1 bis 24).

3.4. Die Gegenüberstellung von bearbeiteten Zahnoberflächen und dem verwendeten Gummipolierer in vergleichbaren Vergrößerungen veranschaulicht einsichtig die nur eingeschränkte Wirkungsmög-

lichkeit der Poliermaßnahmen auf Läsionen und Restauflagerungen.
Man erkennt, daß das Auspolieren von Defektkanten und von Läsionsgründen ab einer bestimmten Kleinheit der Läsionen nur noch eingeschränkt möglich ist bzw. unmöglich wird (siehe Abb. 25 und 26).

Die wirksame Polierfläche einer Gummikelchseite beträgt etwa 1,2 mm in der Breite (variabel je nach ausgeübter Anpreßkraft und vorhandener Zahnoberfläche).
Die von uns festgestellten Defekte bewegen sich oft in einem kleineren Flächenbereich. Nur die Gummipolierkante kann im günstigen Fall bei solch kleinen Läsionen noch einen Effekt ausüben.

4.2. Zirkate und Nylonbürstchen

4.2.1. Wirkung auf Restauflagerungen und

4.2.2. Wirkung auf Läsionen

(1) Es gelten grundsätzlich die gleichen Ergebnisse wie unter gleicher Rubrik bei Politur mit Gummikelch beschrieben.

(2) In vielen Fällen scheint durch die zahlreichen Einzelborsten ein stärkerer lokalisierter Effekt auf Restauflagerungen und Läsionen insofern zu wirken, daß kleine Läsionen günstiger aus- oder anpoliert werden, als dies beim Gummikelch möglich ist.

(3) In einigen Läsionen sind Polierspuren teils durch den Läsionsgrund zu verfolgen (siehe Abb. 27 bis 36, 38, 41).

4.2.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit

(1) Das Poliermuster (Polierspuren und Mikrorauhigkeit) ist mit unbewaffnetem Auge im Gegensatz zur Politur mit Gummikelch im Schmelz ab der Vergrößerung 50-fach bereits gerade sichtbar und im Zement bei dieser Vergrößerung bereits als deutlich-fein wahrzunehmen (siehe Abb. 37).

(2) Bei 500-facher Vergrößerung zeigt sich deutlich ein relativ unregelmäßiges und ungleichmäßiges Poliermuster. Häufig sind tiefere, breitere und schräg zur Hauptrichtung der Polierspuren verlaufende Bearbeitungsspuren zu sehen.
Ein gravierender Unterschied zwischen der Poliermusterqualität von Schmelz und Zement ist nicht festzustellen (siehe Abb. 27 und 34).

(3) Bei 1000-facher Vergrößerung besteht ein deutlich unregelmäßiges und ungleichmäßiges Poliermuster, das mit häufigen tieferen und insbesondere breiteren Spuren durchzogen ist.
Es besteht kein eindeutig erkennbarer Unterschied zwischen den polierten Schmelz- und Zementoberflächen. Die Oberfläche kann als "glatt" bezeichnet werden (siehe Abb. 28, 36, 40).

(4) Die häufig vorhandenen breiteren und tieferen Spuren bewegen sich in der Größenordnung von etwa 1-2 µm in Breite und Tiefe.

(5) Als Orientierungsmaß für die Mikrorauhigkeit dieser Polierspuren ist ein Bereich von 1-2 µm anzugeben.

4.2.4. Polierwirkung und Glättungseffekt

(1) Es gelten grundsätzlich die beim Gummikelch beschriebenen Ergebnisse.

(2) Ein verstärkter Abrasionseffekt oder Kantenglättungseffekt ist mit der angewandten Methode nicht zu erkennen (siehe Abb. 27 bis 41).

(3) Die vergleichende Darstellung von bearbeiteten Zahnoberflächen und benützten Polierbürstchen erhärten die Beobachtung, daß Läsionen günstiger auspoliert oder anpoliert werden, als dies bei der Verwendung des Gummikelches möglich ist. Der Durchmesser der Einzelborsten beträgt etwa 200 µm. Die Ursache scheint uns in der Beweglichkeit der Einzelborsten und ihren Spitzen- und Kantenwirkungen im Verbund mit der Polierpaste zu liegen (siehe Abb. 41 und 42).

4.3. Leinenstreifen

4.3.1. Wirkung in Bezug auf Restauflagerungen

1. Restauflagerungen werden nur an deutlich exponierten Stellen poliert, das heißt an Stellen, die das Gesamtoberflächenniveau der polierwirksamen Ebene überragen. Dies wird im wesentlichen bestimmt von

   1.1. der individuellen Anatomie des Zahnes

   1.2. der Breite des Streifens

   1.3. der Korngröße der Abrasionspartikel

   1.4. Abrasionseffekt und Schmiereffekt des Streifens und bei klinischen Bedingungen im wesentlichen noch

   1.5. von der Zugänglichkeit des Interdentalraumes

   1.6. von der Geschicklichkeit des Behandlers.

2. Der Kantenrundungseffekt ist praktisch nicht vorhanden und wird insbesondere von den oben genannten Faktoren Korngröße, Abrasions- und Schmiereffekt beeinflußt.

3. Die Oberflächenqualität erstreckt sich von unbearbeitet bis sehr grob poliert und uneben.

4. Es sind deutlich einzelne Kratzer nachzuweisen, die kontinuierlich von Zahnoberfläche über Restauflagerungen zu verfolgen sind.

5. An topographisch ungünstigen Stellen bleiben Restauflagerungen zurück, die völlig unbearbeitet sein können. Solche Stellen sind z.B. auch flache, breitflächige Einziehungen der natürlichen Zahnoberfläche (siehe Abb. 43 bis 50).

4.3.2. Wirkung in Bezug auf Läsionen

1. Es ist grundsätzlich festzuhalten, daß der untersuchte Leinenstreifen keinen Polier- oder Reinigungseffekt in der Tiefe einer Läsion ausüben kann, unabhängig von Form, Größe und Lokalisation und eingeschränkt von der Tiefe. Entscheidende Faktoren sind wiederum Korngröße, Abrasionsvermögen und Schmiereffekt des Streifens.

2. Der Faktor der Groß- oder Kleinflächigkeit von Läsionen tritt in den Hintergrund im Gegensatz zur Gummi- und Bürstchenpolitur.

3. Eine Glättung von Defektkanten im Sinne von "Politur" ist nicht vorhanden. Das Kantenbild wird von den dort wirksam gewordenen Abrasionskörnern mit entsprechenden Spuren und Kratzern bestimmt (siehe Abb. 51 bis 54).

4.3.3. Poliermuster und Mikrorauhigkeit

1. Das Poliermuster ist bereits bei einer Vergrößerung von 16-fach als deutlich fein im Schmelz und Zement zu erkennen (siehe Abb. 43).

2. Bei 100-facher Vergrößerung besteht ein unregelmäßiges und ungleichmäßiges Poliermuster. Innerhalb der Bearbeitungsspuren sind teils die Abbrucheffekte von Abrasionskörnern und/oder anderen beteiligten abrasiven Teilchen (wie Restauflagerungen, Schmelz- oder Zementanteile ect.) als Abbruchkanten zu erkennen (siehe Abb. 51, 57).

3. Bei 500-facher Vergrößerung zeigt sich im Schmelz und Zement ein unregelmäßiges und ungleiches "Poliermuster". Man ist dazu geneigt, eher von

einem Kratzmuster zu sprechen.
Kratzspuren von etwa 10-20 µm Breite sind vielfältig nachzuweisen. Sie sind von Bearbeitungsspuren im Größenbereich von 1-5 µm unterlagert. Deutlich sind Abrasionseffekte und Kratzerauslaufspuren zu sehen (siehe Abb. 53, 58, 59, 62).

4. Bei 1500-facher Vergrößerung ist bei entsprechender Aufnahmetechnik ein Furchenbild mit feiner Querschollenbildung zu erkennen (siehe Abb. 60).

4.3.4. Polierwirkung und Glättungseffekt

1. Es ist ein Reinigungs- und Glättungseffekt nachzuweisen, jedoch kein "Polierеffekt".
Der Zahn in Abb. 55 und 56 erscheint makroskopisch glatt und glänzend. Bei sehr guten visuellen Bedingungen sind jedoch die Kratzer als feine Spuren gerade zu sehen und die Oberfläche mit der Sonde als gerade spürbare Rauhigkeit zu tasten.

2. In den ersten Sekunden der Bearbeitung des Zahnes ist eine deutliche Abrasionswirkung vorhanden (siehe Abb. 61 und 62 rechts), die jedoch innerhalb etwa 5 sec. abnimmt bzw. verlorengeht. Es ist nur noch ein relativ widerstandsloses Gleiten zu spüren, der Streifen schmiert (siehe Abb. 64). Die Gegenüberstellung von Aufnahmen eines unbenützten und eines gebrauchten Leinenstreifenabschnittes verdeutlichen anschaulich die zuerst vorhandene Abrasionswirkung und den dann folgenden Schmiereffekt (siehe Abb. 63 und 64).

3. Die anfängliche Kratzerwirkung der Körnung (siehe Abb. 63) wird durch

3.1. Ausbruch der Körner und

3.2. Verschmierung (= Einlagerung von Abrasionsmaterial) der Tiefen ausgeglichen und ausgeschaltet, so daß die Oberfläche in diesem kontinuierlichen Übergangsbereich etwas geglättet wird.

4. Das Ausbrechen von Körnern oder anderen abrasiven Teilchen und die daraus resultierenden direkten und indirekten Effekte sind auf den Abb. 57, 58 und 59 deutlich an den "Abbruchkanten" zu erkennen.

5. Durch das rasche Verschmieren des Streifens ist eine Reinigungs- und Glättungswirkung auf Restauflagerungen und Läsionen in einem nur sehr eingeschränkten Maße zu erwarten.

Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (= REM)
50-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

R: Restauflagerungen mit abgerundeten und abgeflachten Rändern
S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze

Abb. 2: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 1 im Schmelz

S: Schmelz
R: Restauflagerung
- rechte Randseite poliert und flach
- linker Rand nur geringe Polierwirkung
↑: Polierspuren
▲: poröse, unebene Oberfläche

Abb. 1

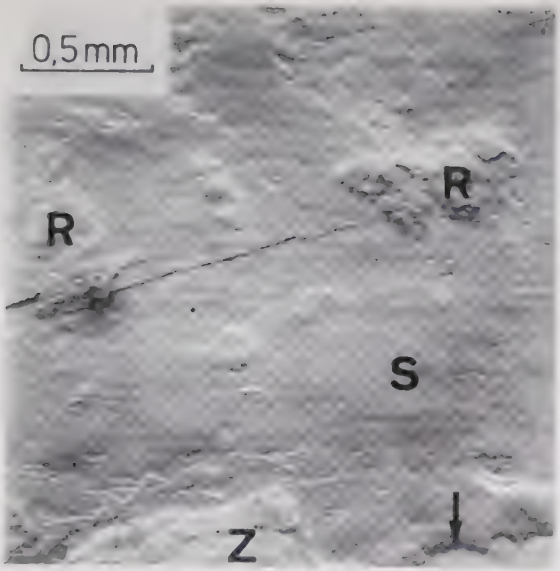


Abb. 2

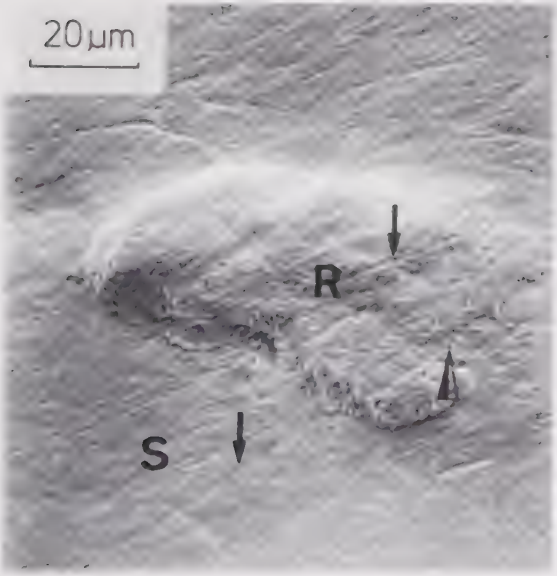


Abb. 3: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 1

R: Restauflagerung
- teils glatte, teils poröse Oberfläche
- flache, ebene Ränder

S: Schmelz
↑: Polierspur
△: Artefakt (Rißbildung)

Abb. 4: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

R: Restauflagerungen innerhalb einer Vertiefung

Z: Zement
↑: Ränder poliert
△: unpolierte Oberflächen

Abb. 3

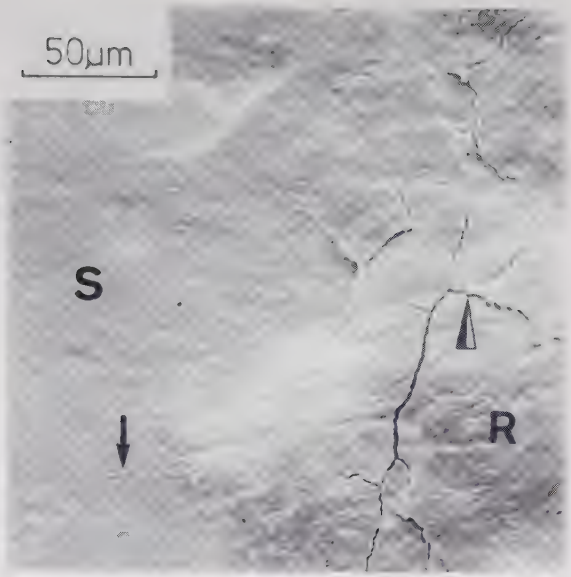


Abb. 4

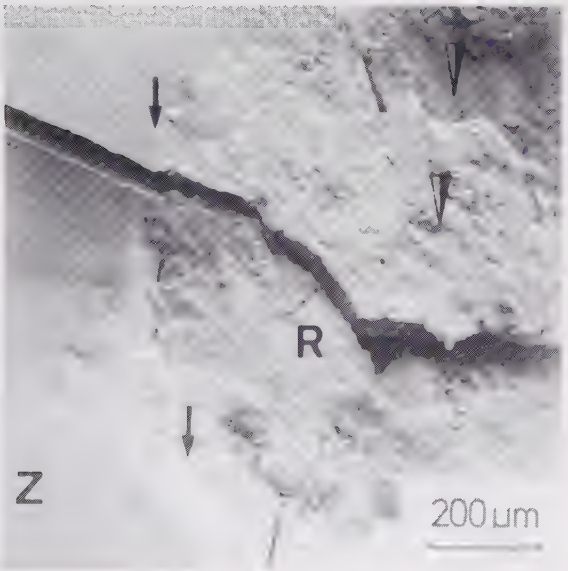


Abb. 5: REM-Aufnahme
40-fache Vergrößerung
Zahn: 16 distal
Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
↑: flache, abgerundete Restauflagerungen mit teils unebenen, porösen Oberflächen
△: Läsionen
O: Orientierungsbohrung

Abb. 6: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung
Zahn: 16 distal
Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 5

R: Restauflagerung
S: Schmelz
↑: Polierspuren
△: poröse Oberfläche

Abb. 5

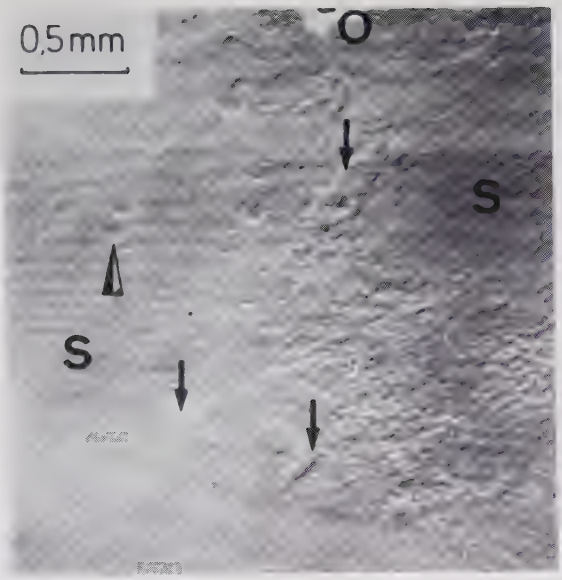


Abb. 6

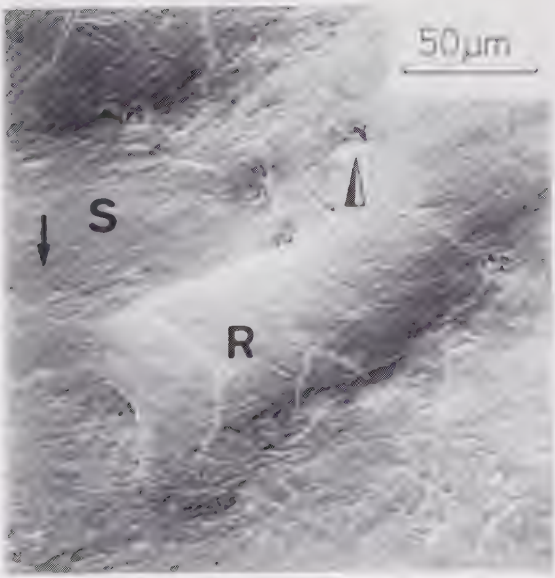


Abb. 7: REM-Aufnahme
40-fache Vergrößerung

Zahn: 17 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

L: flächenhafte Läsionen mit abgeflachten Rändern und poliertem Defektgrund
S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze
O: Orientierungshilfe (Bohrung)

Abb. 8: REM-Aufnahme
400-fache Vergrößerung

Zahn: 17 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 7

S: Schmelz
↑: Schmelz-Zement-Grenze
L: Läsionen relativ gut poliert mit flach auslaufenden, abgerundeten Defekträndern

Abb. 7

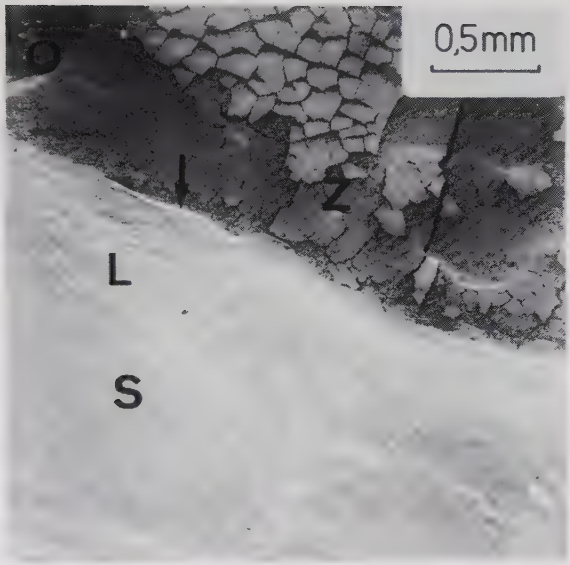


Abb. 8

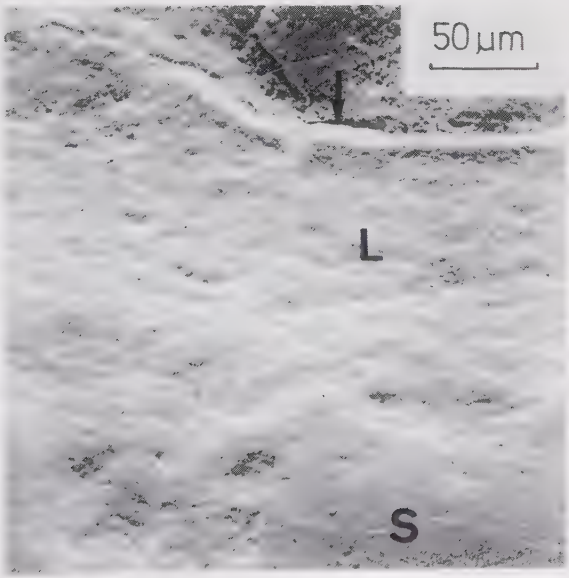


Abb. 9: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 16 distal

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze
▲: glatte polierte Zementfläche innerhalb einer großflächigen Vertiefung
▲: "verschmierte", unebene Oberfläche

Abb. 10: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 16 distal

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 9

↑: glatte Zementoberfläche
▲: poröse, unebene Oberfläche

Abb. 9

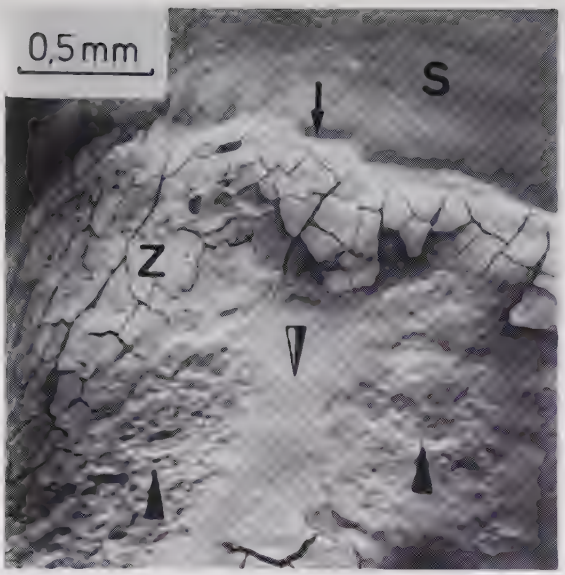


Abb. 10

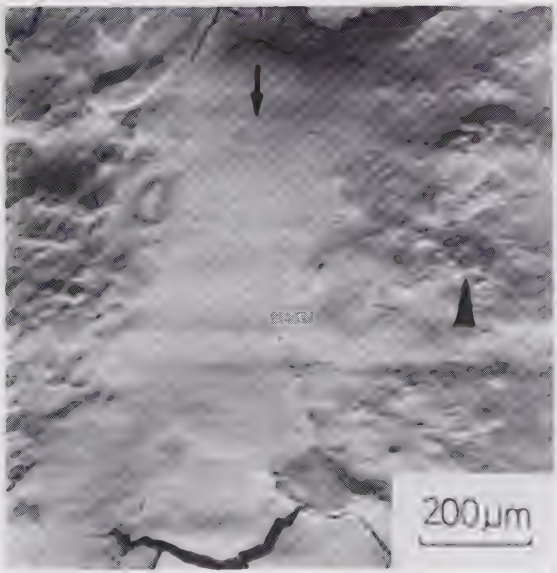


Abb. 11: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 36 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze
▲: multiple, meist kleinflächige Läsionen mit abgerundeten Übergängen

Abb. 12: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 36 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 11 im Schmelz

S: Schmelz
↑: Läsionsgrund unpoliert und porös

Abb. 11

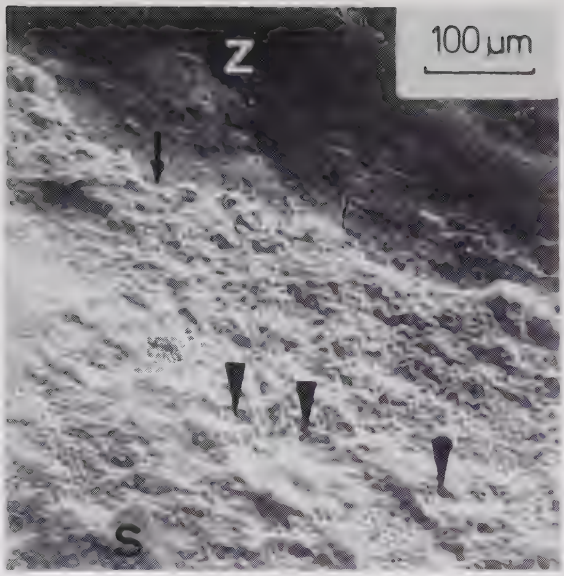


Abb. 12

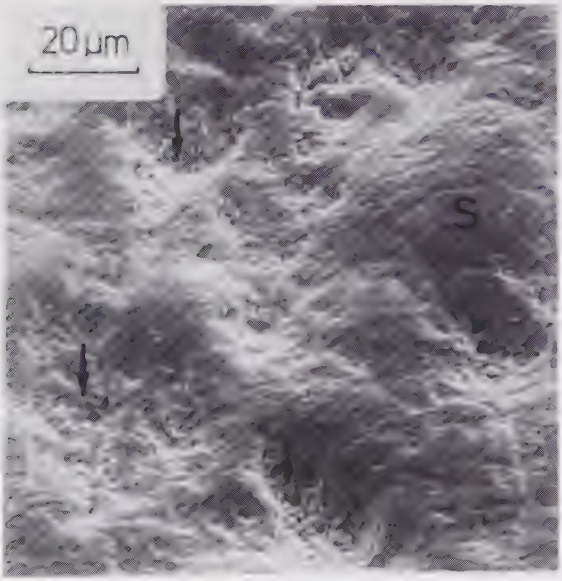


Abb. 13: REM-Aufnahme
42-fache Vergrößerung

Zahn: 36 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch

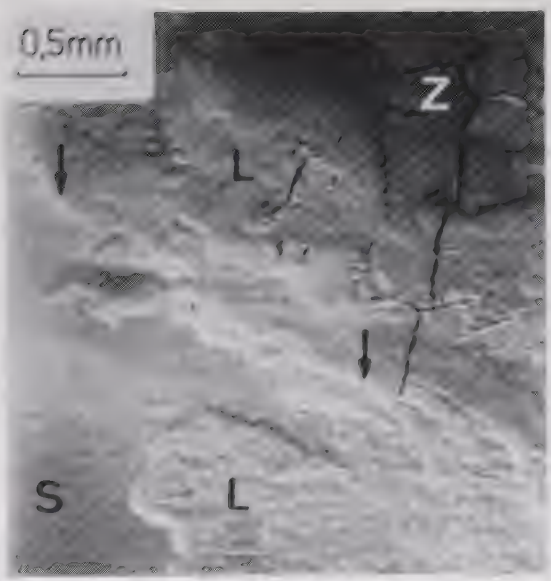
S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze
L: großflächige Läsionen

Abb. 14: REM-Aufnahme
420-fache Vergrößerung

Zahn: 36 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 13

S: Schmelz
L: Läsionsgrund teils poliert
↑: Läsionsrand abgerundet


0,5mm
Z
L
S
L

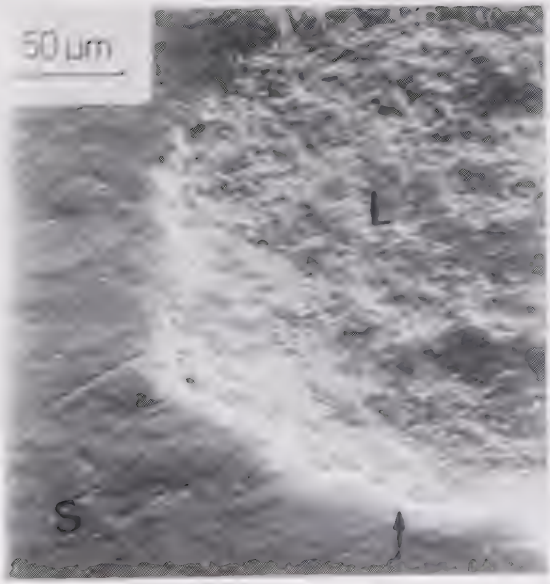

50 µm
L
S

Abb. 15: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
Z: Zement
↑: defekte Schmelz-Zement-Grenze
mit abgerundeten Rändern
L: glatte Läsionsoberfläche im Zement

Abb. 16: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 15 an der
Schmelz-Zement-Grenze

S: Schmelz
↑: abgerundeter Läsionsrand

Abb. 15

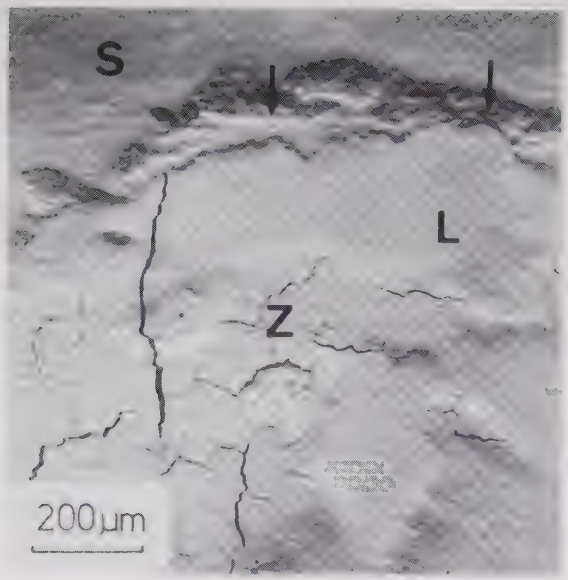


Abb. 16

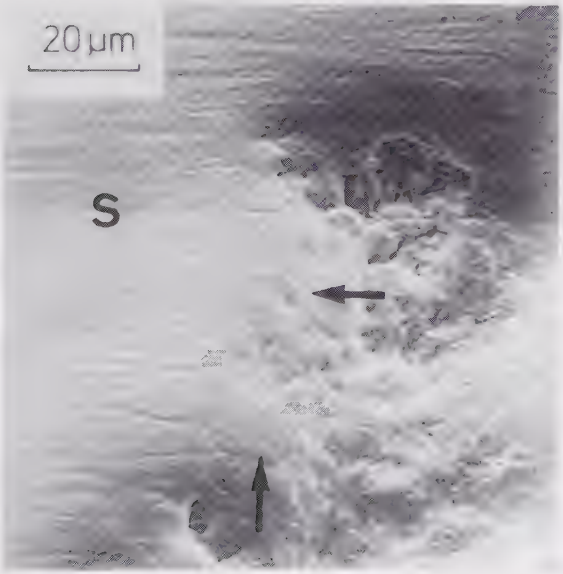


Abb. 17: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 16 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumentensatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

Z: Zement
L: Läsionsgrund unpoliert,
Läsionsränder abgerundet

Abb. 18: REM-Aufnahme
4250-fache Vergrößerung

Zahn: 15 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
↑: Läsionsränder abgerundet
▲: Läsionsgrund unpoliert

Abb. 17

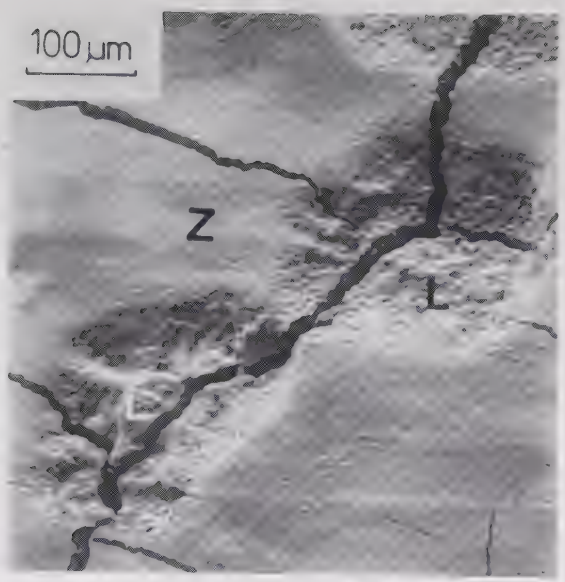


Abb. 18

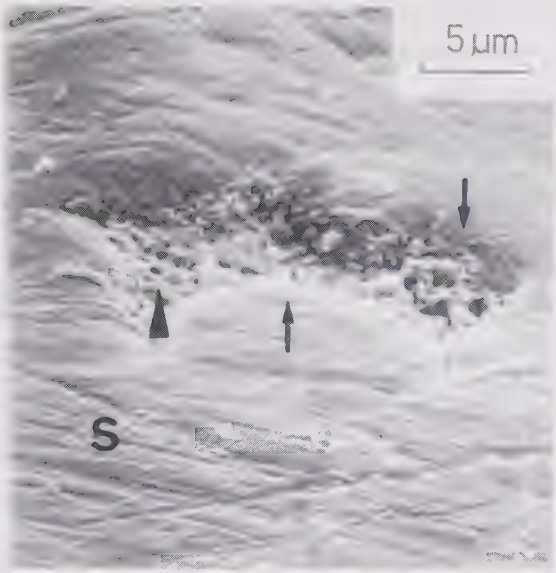


Abb. 19: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 16 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelz
L: flache Läsionen relativ gut poliert

bb. 20: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 16 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 19

S: Schmelz
: Läsionsränder poliert

Abb. 19

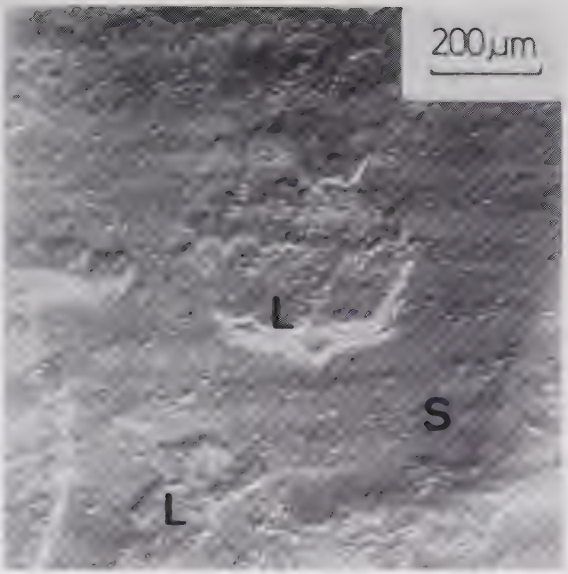


Abb. 20

Abb. 21: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 27 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch
Detail aus Abb. 15

S: Schmelz
R: Restauflagerungen
L: Läsion an der Schmelz-Zement-Grenze
↑: Läsionsränder abgerundet
▲: verstärkte Polierspuren
Poliermuster: regelmäßig und relativ
gleichmäßig

Abb. 22: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

Zementoberfläche

Poliermuster relativ regelmäßig und
gleichmäßig

Abb. 21

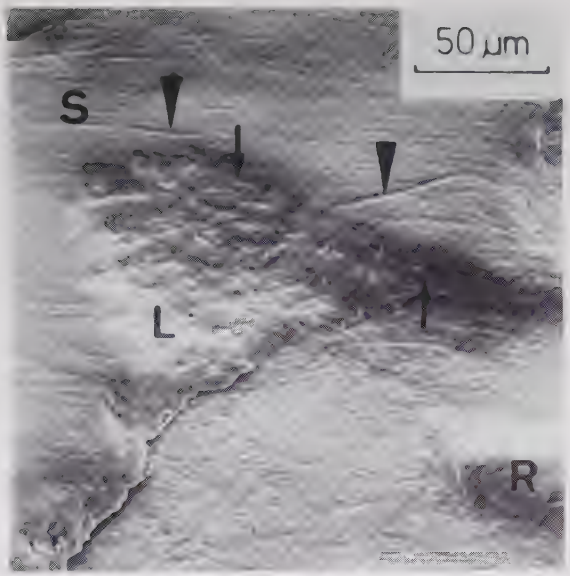


Abb. 22

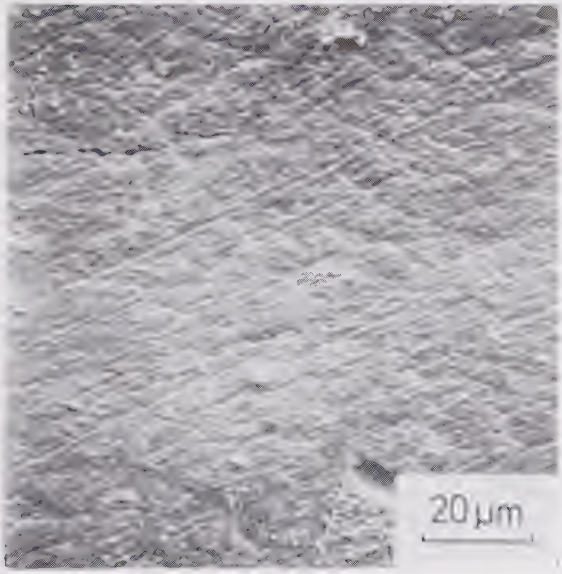


Abb. 23: REM-Aufnahme
47-fache Vergrößerung

Zahn: 47 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
keine Politur

S: Schmelzoberfläche

↑: Restauflagerungen auf nicht "berührter" Schmelzoberfläche

△: scharfkantige Läsionen

O: Orientierungshilfe (Bohrung)

Abb. 24: REM-Aufnahme
47-fache Vergrößerung

Zahn: 47 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Gummikelch

S: Schmelzoberfläche geglättet und gesäubert

△: Läsionskanten abgerundet

O: Orientierungshilfe (Bohrung)

Abb. 23

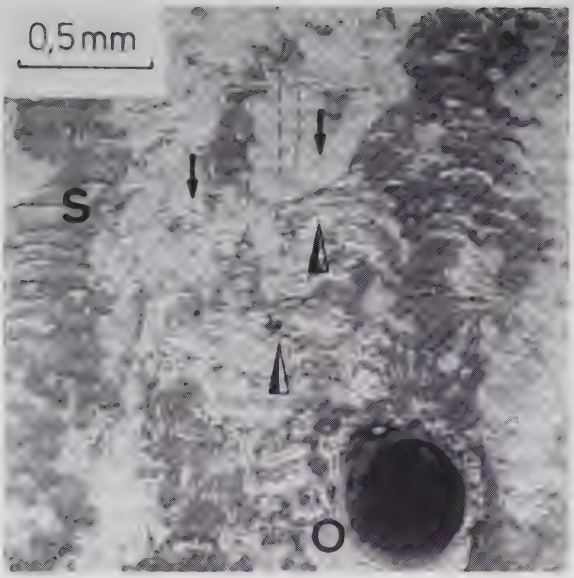


Abb. 24

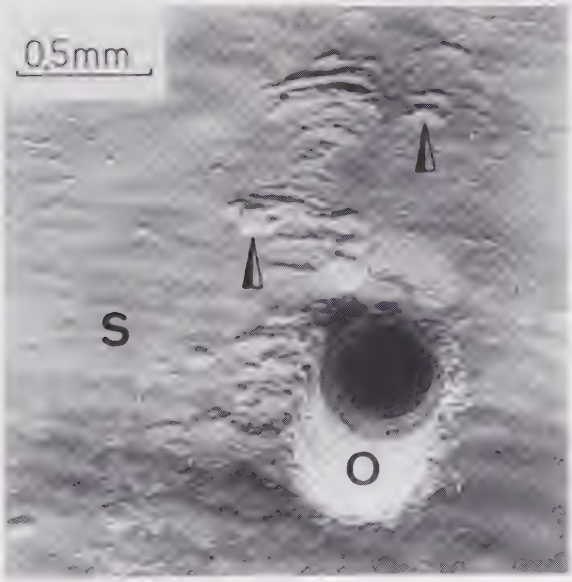


Abb. 25: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 16 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Gummikelch

Z: Zementfläche
L: Läsion
↑: Durchmesser etwa 0,2 mm

Abb. 26: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Mehrfach benützter Gummipolierkelch

G: Die polierwirksame Gummioberfläche von etwa 1,2 mm in der Breite bedeckt - im gleichen Maßstab betrachtet - die gesamte Bildoberfläche in Abb. 25
↑: Maßstabsgetreue Übertragung der Läsionsgröße in Abb. 25 auf die Gummipolierfläche

Abb. 25

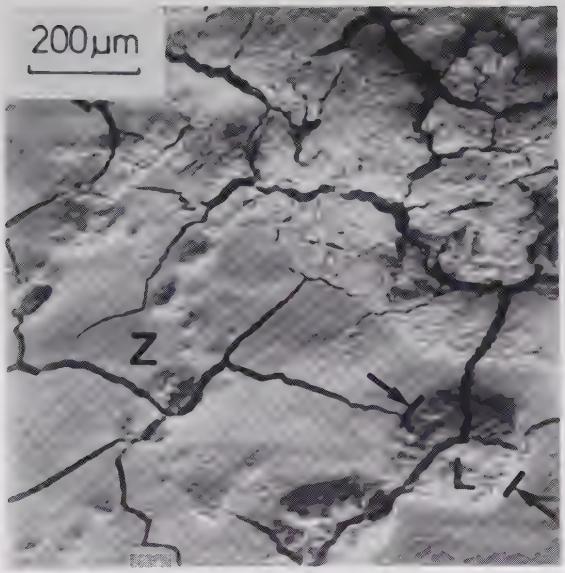


Abb. 26

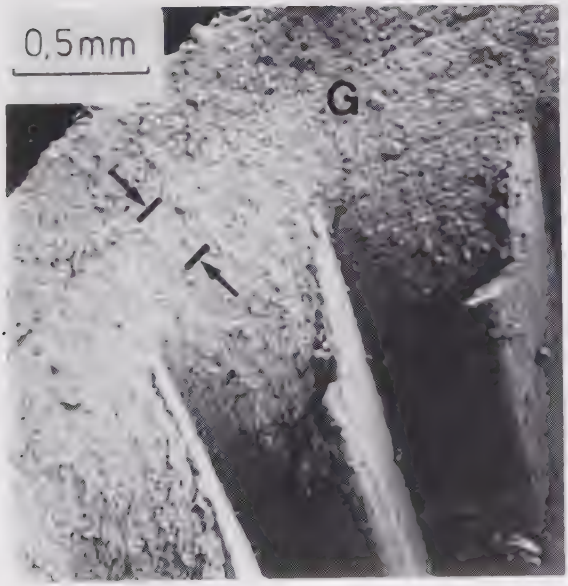


Abb. 27: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 42 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Bürstchen

S: Schmelz
R: Restauflagerung
- flache, abpolierte Ränder
- unebene Oberfläche
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze mit Restauflagerungen

Abb. 28: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 42 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Bürstchen

S: Schmelz
R: Restauflagerung an der Schmelz-Zement-Grenze
- flache Ränder
- unebene, poröse Oberfläche
↑: Polierspuren

Abb. 27

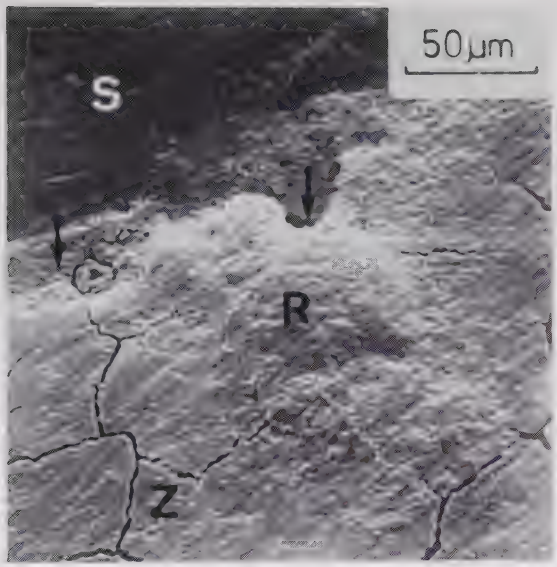


Abb. 28

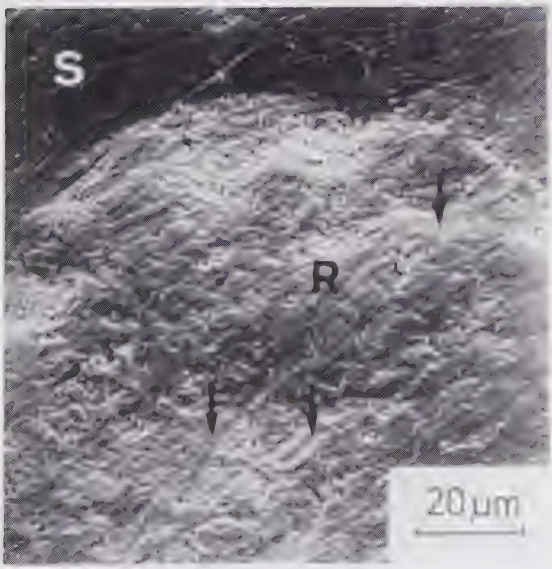


Abb. 29: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 28 facial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Schmelzoberfläche

↑: stufenförmige Läsionen mit abgerundeten Übergängen

Abb. 30: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 28 facial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen
Detail aus Abb. 29

▲: geringste Restauflagerung
↑: Polierspuren in der Läsion

Abb. 29

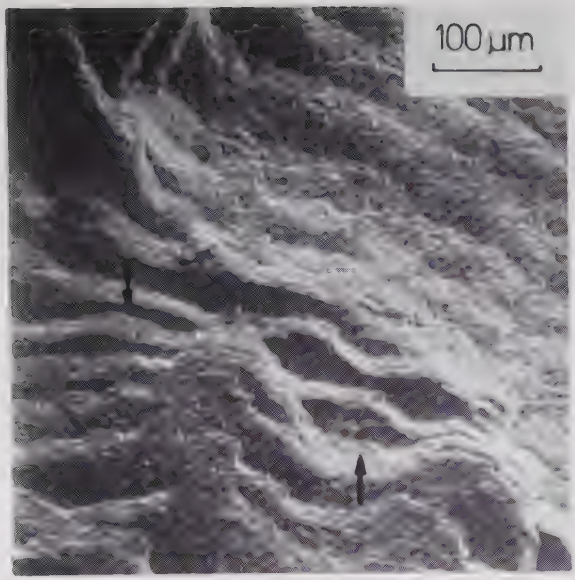


Abb. 30

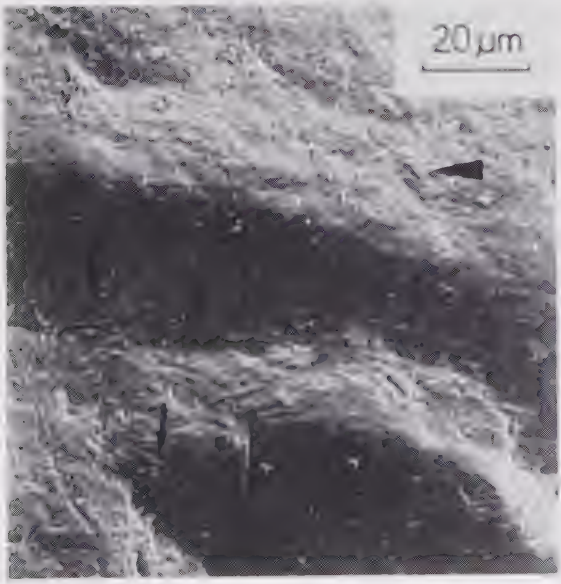


Abb. 31: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

S: Schmelz
Z: Zement
R: Restauflagerungen an der
Schmelz-Zement-Grenze
↑: geringe, lokale Läsion
▲: verstärkte Polierspuren

Abb. 32: REM-Aufnahme
2000-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen
Detail aus Abb. 31 im Schmelz

L: lokale Läsion mit anpoliertem
Defektgrund
↑: Polierspuren

Abb. 31

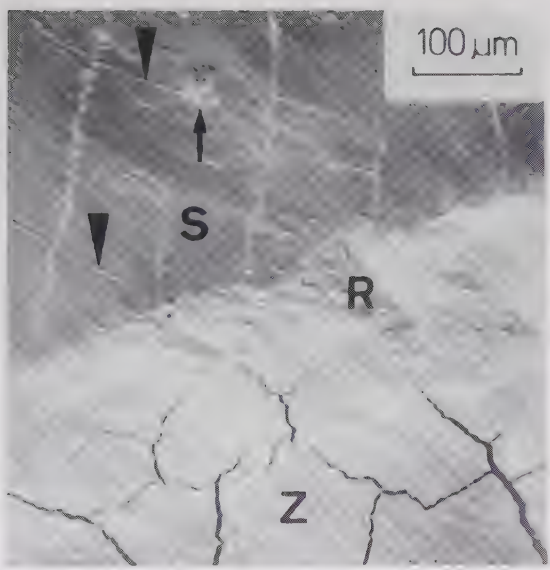


Abb. 32

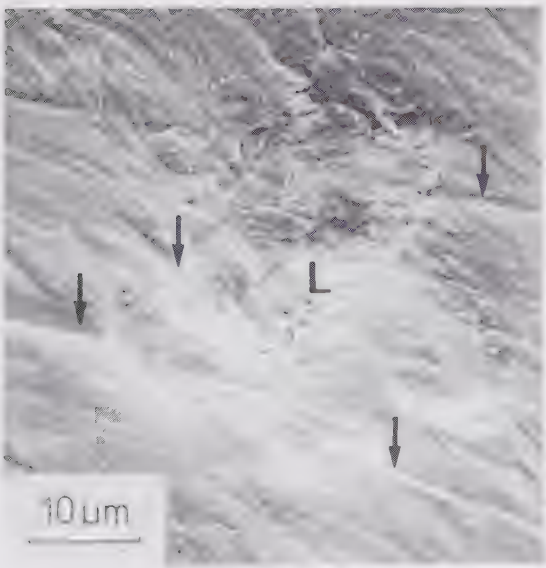


Abb. 33: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 48 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

S: Schmelz
L: Läsionen mit abgerundeten Rändern
↑: Polierspuren

Abb. 34: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 48 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenteneinsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen
Detail aus Abb. 33

L: Läsionen
↑: Läsionskanten abgerundet
▲: Läsionsgrund unpoliert

Abb. 33

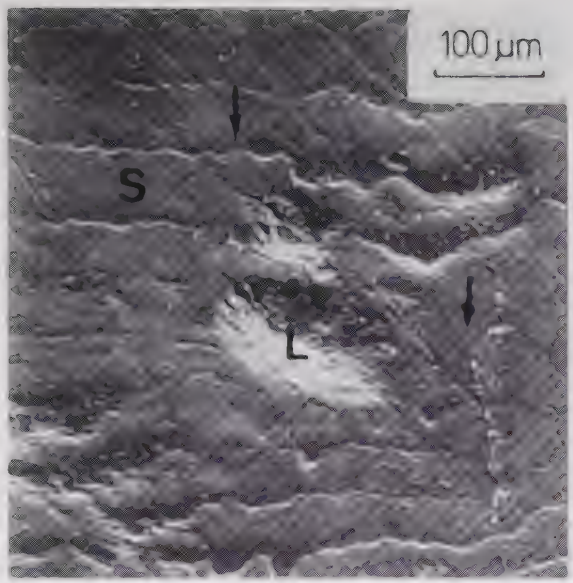


Abb. 34

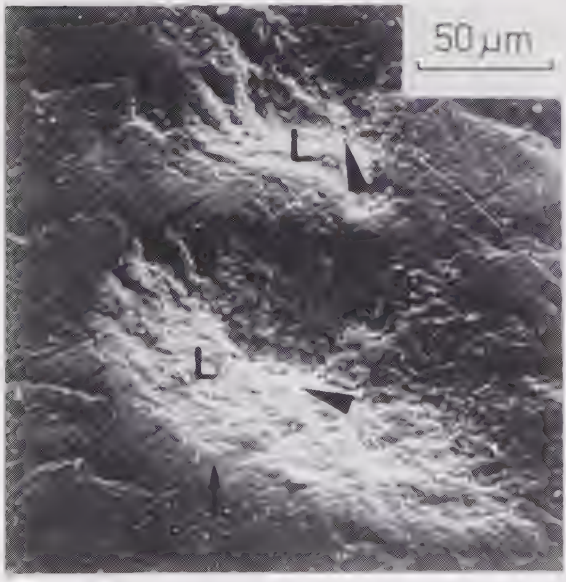


Abb. 35: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

S: Schmelz
L: flache, große Läsion
- Ränder anpoliert
- Läsionsgrund teilweise poliert
↑: Schmelz-Zement-Grenze

Abb. 36: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen
Detail aus Abb. 35 im Schmelz

S: Schmelzoberfläche
L: Läsion mit abgerundetem Rand
↑: Polierspuren

Abb. 35

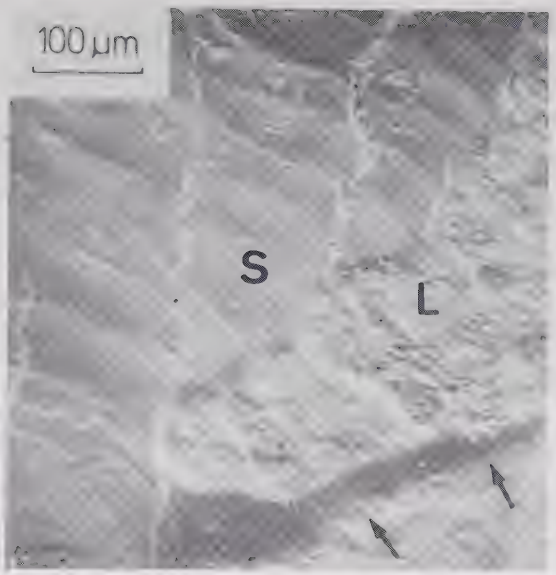


Abb. 36

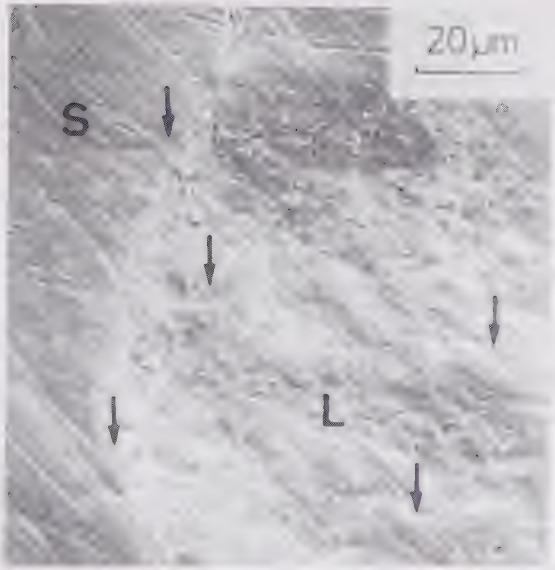


Abb. 37: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 48 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Z: Zement
L: große Vertiefung im Zement
O: Orientierungshilfe (Bohrung)
↑: Polierspuren

Abb. 38: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 48 distal

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-
einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Z: Zement
L: flache, fast vollständig auspolierte
Läsion
↑: Polierspuren

Abb. 37

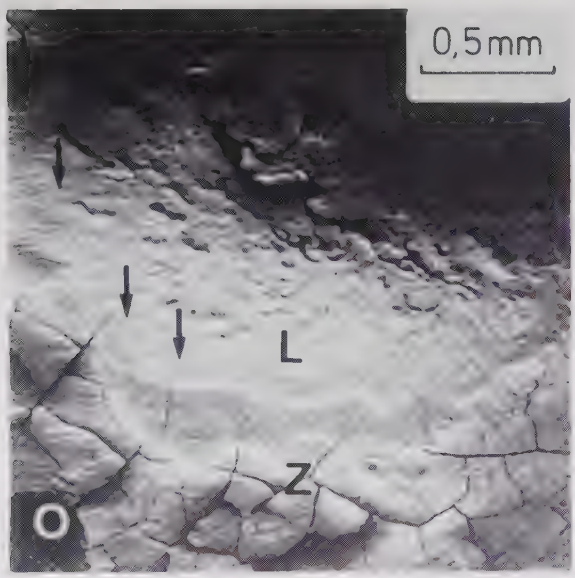


Abb. 38

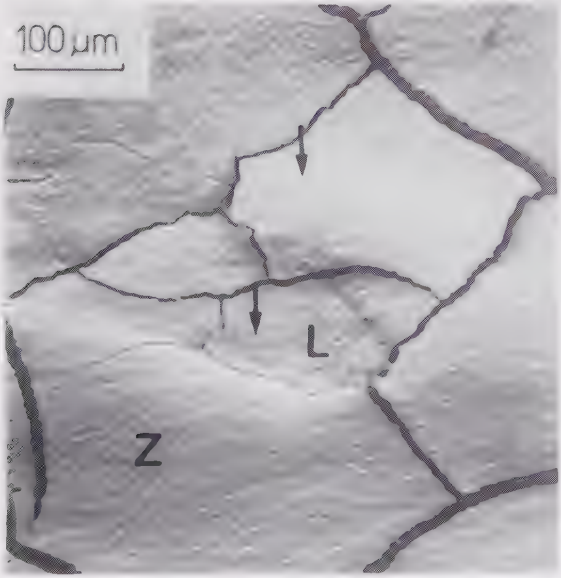


Abb. 39: REM-Aufnahme
2000-fache Vergrößerung

Zahn: 42 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Schmelzoberfläche

↑: Polierspuren unregelmäßig und ungleichmäßig

▲: geringste Restauflagerungen

"glatte" Oberfläche

Abb. 40: REM-Aufnahme
1000-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Zementoberfläche

↑: Polierspuren unregelmäßig und ungleichmäßig

"glatte" Oberfläche

Abb. 39:

Abb. 40:

Abb. 41: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 32 mesial

Bearbeitung mit Sonus II/Instrumenten-einsatz Nr. 4
Politur mit Zirkate und Bürstchen

Zementoberfläche

L: Läsionen mit abgeflachten Rändern

↑: Polierspuren
teils am Läsionsgrund zu verfolgen

Abb. 42: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Mehrfach benütztes Nylonbürstchen

B: Einzelborste mit 0,2 mm Durchmesser. Sie "paßt" gerade in eine der abgebildeten Läsionen in Abb. 41

▲: ausgefranste Borstenenden

Abb. 41

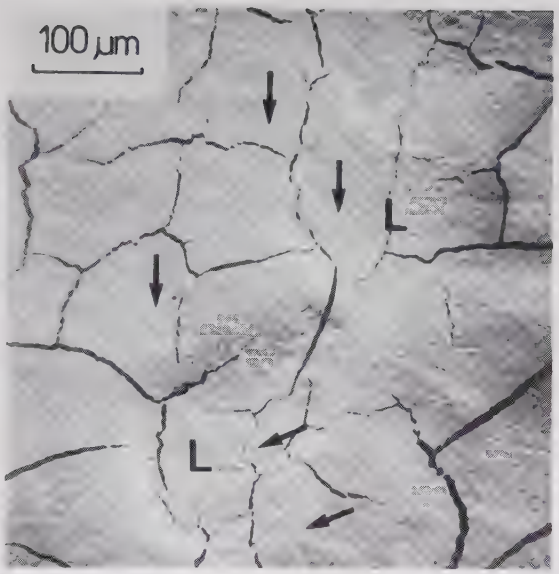


Abb. 42

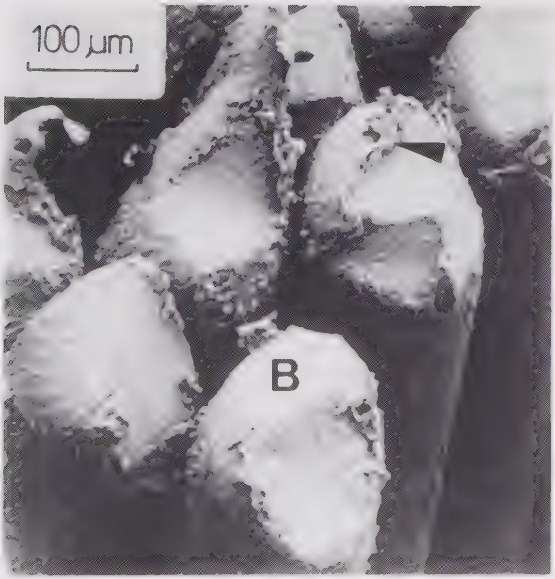


Abb. 43: REM-Aufnahme
16-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze unregelmäßig
O: Orientierungsmarke
▲: Restauflagerungen
△: Polierspuren an exponierten Stellen

Abb. 44: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 21 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze mit lokalen unpolierten Defekten
△: Polierspuren

Abb. 43

Abb. 44

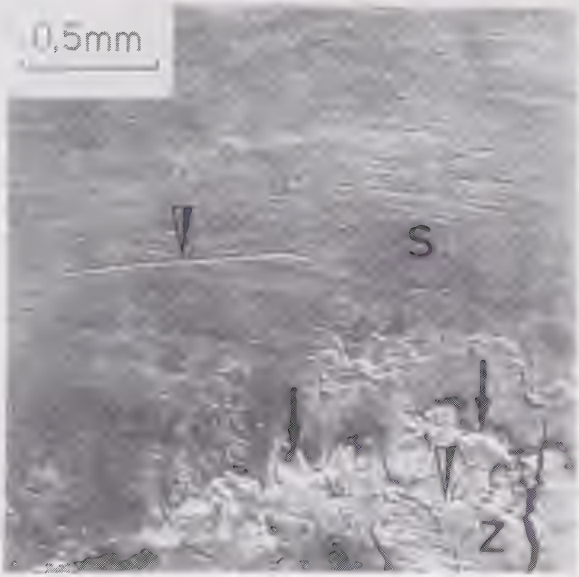


Abb. 45: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 21 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
R: Restauflagerungen unpoliert
↑: scharfe Kanten
▲: Polierspuren

Abb. 46: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
↑: Schmelz-Zement-Grenze
▲: Polierspuren, die sich in der leichten Vertiefung des Schmelzes verlieren
▲: Bearbeitungsspuren vom Scaler in Pfeilrichtung (dunkel)

Abb. 45

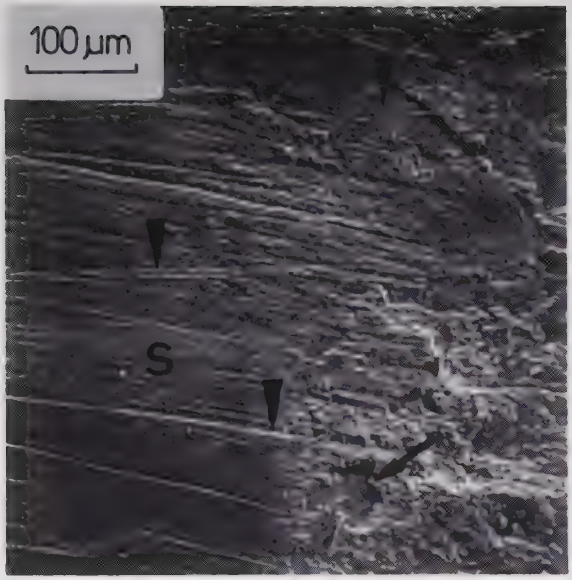


Abb. 46

Abb. 47: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung
Zahn: 11 mesial
Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen
S: Schmelz
R: flache Restauflagerungen mit scharfen Rändern
↑: Polierspuren

Abb. 48: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung
Zahn: 11 distal
Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen
S: Schmelz
R: flache Restauflagerungen mit scharfen Rändern
↑: Polierspuren

Abb. 47

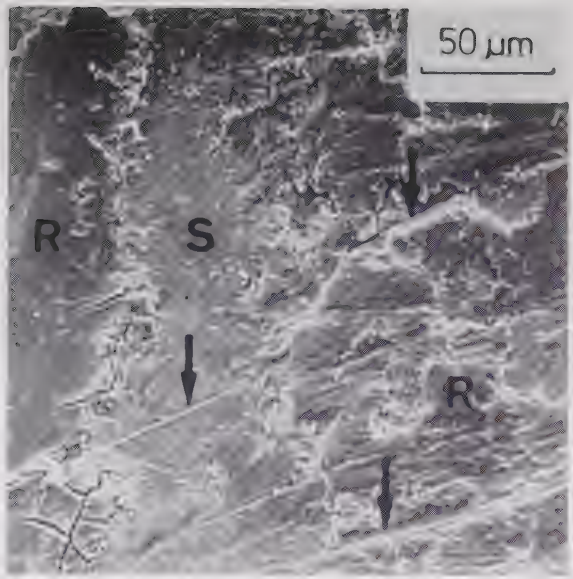


Abb. 48

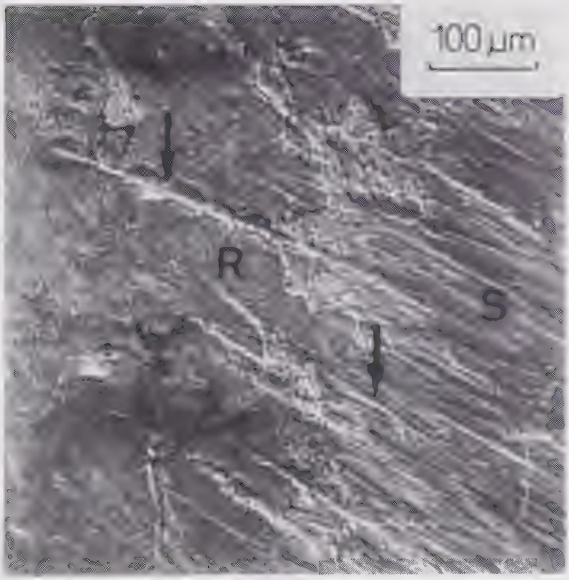


Abb. 49: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 21 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelzoberfläche
↑: Restauflagerungen innerhalb einer anatomischen Einziehung im Schmelz

Abb. 50: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 21 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen
Detail aus Abb. 49

R: Restauflagerungen
- scharfe Ränder
- unebene, poröse Oberfläche

↑: Polierspuren
S: Schmelz

Abb. 49

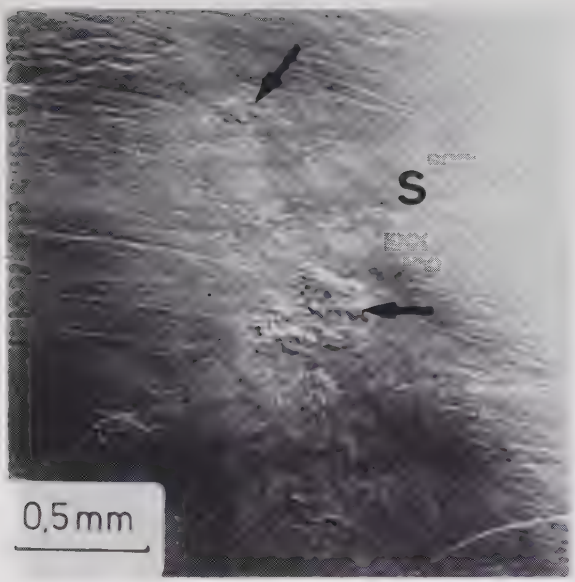


Abb. 50

Abb. 51: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
Z: Zement
↑: Schmelz-Zement-Grenze mit Läsionen
- Läsionsränder scharf
- Läsionsgrund nicht poliert

▲: Polierspuren

Abb. 52: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 11 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelz
L: Läsion
↑: Läsionsrand scharf und brüchig

Abb. 51

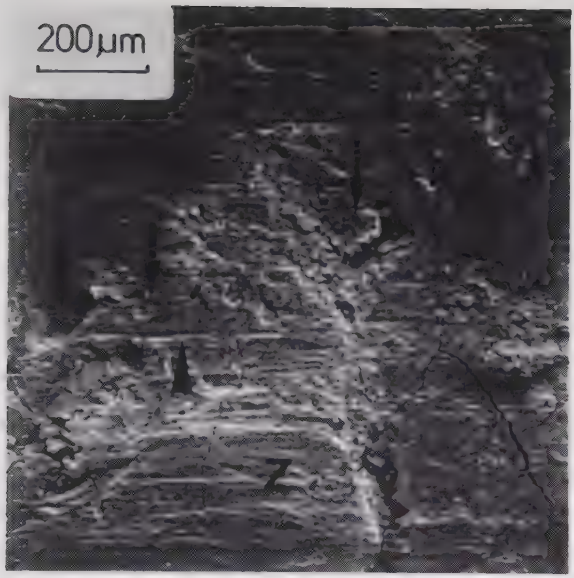


Abb. 52

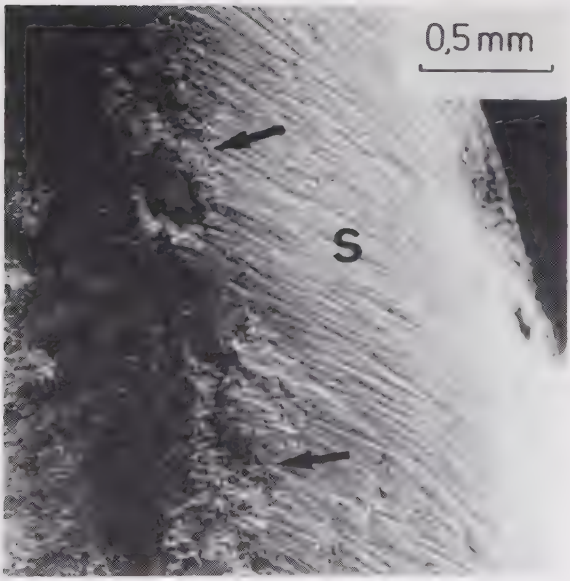


Abb. 53: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelzoberfläche
L: Läsion
- Läsionsgrund nicht poliert
- Läsionsränder nicht abgerundet

↑: Polierspuren

Abb. 54: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 11 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

S: Schmelzoberfläche
L: Läsion
- keine Polierwirkung im Defektgrund
- rauhe Defektkanten

↑: Restauflagerungen

Abb. 53

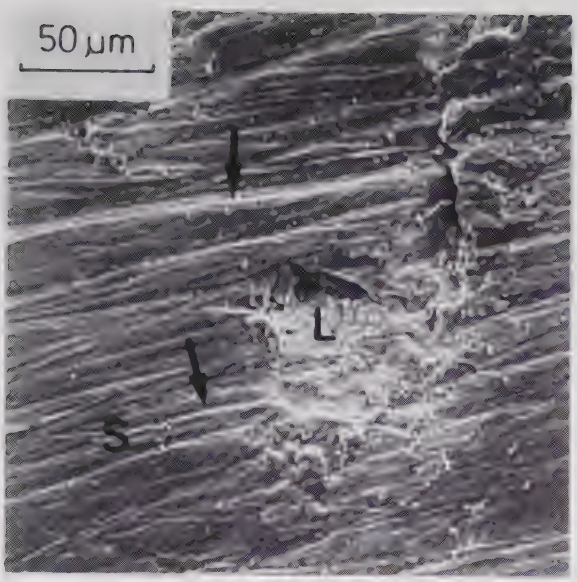


Abb. 54

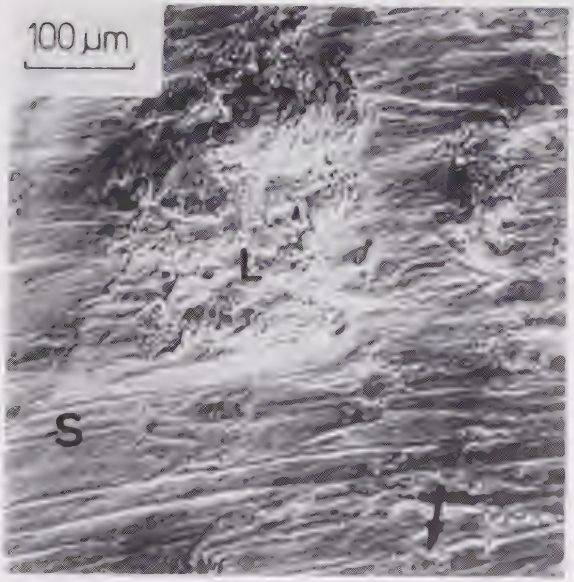


Abb. 55: REM-Aufnahme
50-fache Vergrößerung

Zahn: 21 mesial

Politur mit Leinenstreifen ohne vorherige Bearbeitung, da kein Zahnstein sichtbar war

Schmelzoberfläche

↑: Poliermuster unregelmäßig und ungleichmäßig

Abb. 56: REM-Aufnahme
200-fache Vergrößerung

Zahn: 21 mesial

Politur mit Leinenstreifen ohne vorherige Bearbeitung, da kein Zahnstein sichtbar war

Schmelzoberfläche
Detail aus Abb. 55

↑: viele tiefere und breitere "Polierspuren"

Abb. 55

Abb. 56

Abb. 57: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 11 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

Zementoberfläche

↑: "Polierspuren"

▲: Abbrucheffekte von abrasionswirksamen Teilchen

Abb. 58: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 21 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

Schmelzoberfläche

↑: "Polierspuren"

▲: Abbrucheffekte der abrasionswirksamen Teilchen

Abb. 57

Abb. 58

Abb. 59: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 11 distal

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

Zementoberfläche

R: Restauflagerung
↑: "Polierspuren"
▲: Abbrucheffekte von abrasionswirksamen Teilchen

Abb. 60: REM-Aufnahme
1500-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

Zementoberfläche

↑: "Polierspuren" (Furchenbild)
▲: feine Querschollenbildung

Abb. 59

Abb. 60

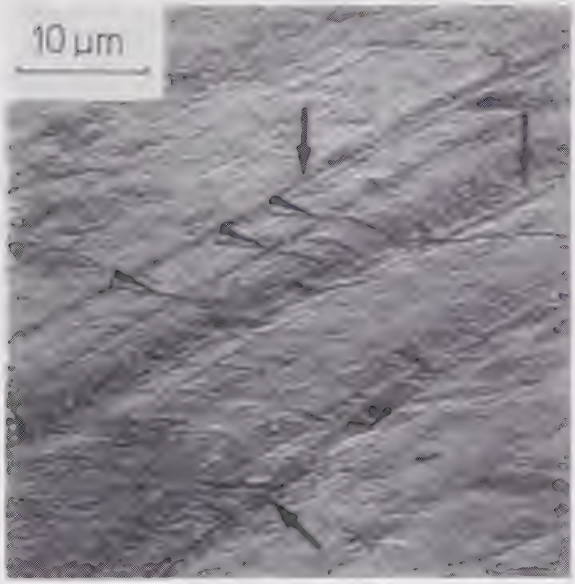


Abb. 61: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen

Schmelzoberfläche

↑: "Polierspuren" der initialen Bearbeitung (rechte Bildseite)

▲: "Polierspuren" nach 15 sec. Bearbeitung (linke Bildseite)

Abb. 62: REM-Aufnahme
500-fache Vergrößerung

Zahn: 11 mesial

Bearbeitung mit Scaler H 6 / H 7
Politur mit Leinenstreifen
Detail aus Abb. 61

rechte Bildseite: initiale "Polierspuren"
linke Bildseite: "Polierspuren" nach 15 sec. Bearbeitung

Abb. 61

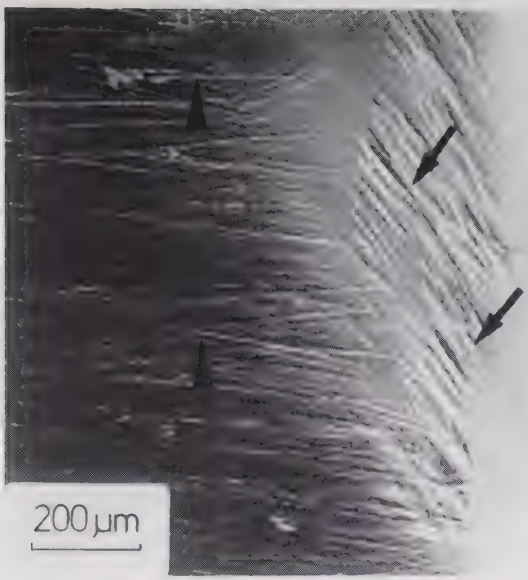


Abb. 62

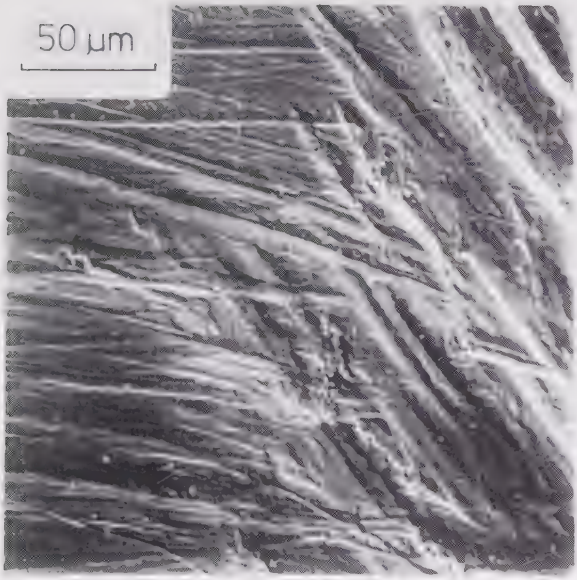


Abb. 63: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

unbenützter Leinenstreifen

Abb. 64: REM-Aufnahme
100-fache Vergrößerung

benützter Leinenstreifen nach 20 sec.

Abb. 63

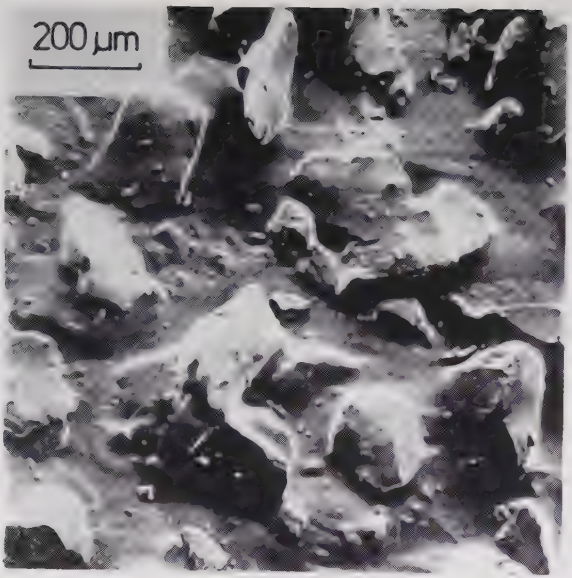
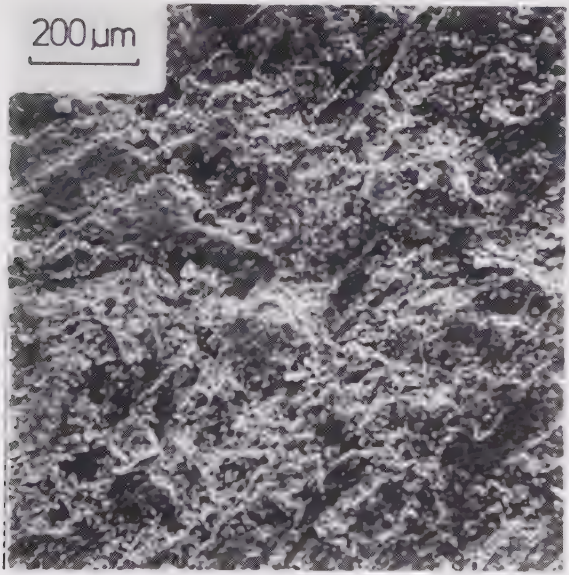


Abb. 64



5. Diskussion

Vorweg kann festgestellt werden, daß die Politur mit Zirkate und den beschriebenen Hilfsmitteln einen eindeutigen Reinigungs- und Glättungseffekt auf alle Zahnoberflächen bewirkt.

Jedoch ist ebenso ein nur eingeschränkter Polier-effekt auf Restauflagerungen und Läsionen festzustellen. Wir stimmen mit DIEDRICH (1979) überein, daß zuvor vorhandene oder iatrogen gesetzte Läsionen mit ihrem hohen Variationsmodus in der Mehrzahl aller Fälle bestehen bleiben und nur partiell einzuebnen sind. Festzustellen ist, daß das von uns verwendete Zirkate eine geringe Abrasionspotenz besitzt, die unter der von Bimssteinpulver liegt (MUHLER et al. 1964 und WHITEHURST et al. (1967).

- ad Restauflagerungen und Läsionen

Während bei der Politur mit Gummikelch oder Bürstchen fast alle Restauflagerungen mehr oder weniger gut poliert werden - außer in topographisch sehr ungünstigen Konstellationen - ist dieser Effekt beim Leinenstreifen durch die großflächige Führung und bedingt durch die primäre Auflage des Streifens an oralen und facialen Zahnflächen in weiten Teilen nicht festzustellen.

Restauflagerungen werden deshalb nur an Stellen bearbeitet, die deutlich mit der polierwirksamen Ebene des Streifens in Kontakt kommen bzw. diese überragen.

Ebenso ist praktisch keine Abrundung und Glättung von Stufen und Kanten der Restauflagerungen zu erkennen. Bedingt durch die Korngröße des Leinenstrei-

fens zeigen die Kanten ein entsprechendes Abrasionsmuster; bedingt durch das schnelle Verschmieren des Streifens geht die Abrasionswirkung verloren.

Im Gegensatz dazu ist ein Kantenrundungseffekt beim Polieren mit Gummikelch oder Bürstchen hervorzuheben. Dieselben Erkenntnisse lassen sich grundsätzlich auf vorhandene Läsionen übertragen, deren Defektkanten fast generell abgerundet waren. Der Läsionsgrund ist entsprechend der dargestellten Parameter (Größe, Form, Tiefe etc.) poliert bis - bei ungünstigen Voraussetzungen - unpoliert.

Der Leinenstreifen vermag keinen Reinigungs- oder Polierеffekt auf Läsionen auszuüben mit Ausnahme eines nur gedanklich dargestellten Modelles: Eine günstige Konstellation insofern, daß gerade an einer exponierten Stelle (in Bezug auf die Wirkungsmöglichkeit des Streifens) eine flache Läsion vorhanden ist, die schon durch die ersten Schmirgelbewegungen in ihrem Tiefenniveau der übrigen Zahnoberfläche durch Abrasionswirkung angeglichen wird. Dasselbe Modell könnte auch auf Restauflagerungen übertragen werden.

Um diese von uns beobachtete, sehr eingeschränkte Effektivität des verwendeten Leinenstreifens zu verbessern, müßte ein oftmaliges Erneuern des Streifens erfolgen, um eine stärkere Gesamtabrasion zu erreichen.

- ad Poliermuster und Mikrorauhigkeit

Die Ergebnisse in Bezug auf die Poliermuster und auf die Oberflächenrauhigkeit werden dadurch nicht tangiert. Der Leinenstreifen weist ein eindeutig rauheres, unregelmäßigeres (bezüglich der Ausrich-

tung der Polierspuren) und ungleichmäßigeres (bezüglich der Tiefe der Polierspuren) Oberflächenbild auf, als es bei beiden anderen Poliermaßnahmen gefunden wurde.
Es kann im Groben generell eine etwa 10-fach stärkere Rauhigkeit des Leinenstreifens gegenüber der mit Zirkate und Gummikelch polierten Oberfläche festgehalten werden. Die Poliermuster der mit Gummikelch und Bürstchen bearbeiteten Zähne unterscheiden sich im wesentlichen darin, daß das Bürstchen eine etwas unregelmässigere und ungleichmäßigere Oberflächenstruktur schafft und gehäuft breitere und etwas tiefere Spuren erscheinen, als es beim Gummikelch der Fall ist.

Wir interpretieren diesen Unterschied in der Ursache der multiplen Wirkungsweise der vielen Einzelborsten des Nylonbürstchens (ähnlich wie LUZ 1963 dies vermutet). Es ist anzunehmen, daß sowohl die Kanten der Einzelborsten als auch herstellungsbedingte Materialunebenheiten an den Borstenenden für sich selbst und/oder im Verbund mit dem Poliermittel diese Wirkung hervorrufen.

Größenvergleiche von Polierspuren und Einzelborsten (Durchmesser 0,2 mm), wie sie in den Abb. 41 und 42 und in den Ergebnissen dargestellt werden, veranschaulichen diese These.

Es wird darin weiterhin sichtbar, daß auf Grund der Borstengröße Läsionen ab einer bestimmten Kleinheit nicht mehr durch die Borsten selbst, sondern nur noch mittels der transportierten Polierpaste gereinigt und poliert werden können.

Dieselbe Gegenüberstellung mit dem Gummipolierkelch (siehe Abb. 25 und 26) veranschaulicht die Annahme einer nur weitestgehend flächenhaften Politur als

es beim Bürstchen der Fall ist. Die wirksame Polierfläche ist bei diesem Gummikelch mit etwa 1,2 mm in der Breite auf einer Seite anzunehmen. Jedoch ist hier auch die Elastizität und die Wirkung durch den über die Oberfläche gleitenden Gummikelchrand auf Läsionen und Auflagerungen als günstiger Faktor anzunehmen. Diese Wirkung zeigt sich durch ein Poliermuster und Oberflächenbild, das deutlich regelmäßiger und gleichmäßiger als das der anderen ist.

Die Mikrorauhigkeit ist mit 1 µm und weniger am geringsten, jedoch diejenige mit Bürstchen nur geringfügig durch mehrere stärkere Spuren erhöht. Auf die Rauhigkeit des Leinenstreifens wurde bereits hingewiesen.

Folgende Beobachtungen veranlassen uns zu der Vermutung, daß die Abrasionswirkung im Zement größer ist als im Schmelz, was auch durch den unterschiedlichen Strukturaufbau und die unterschiedliche Härte naheliegt.

1. Die Polierspuren im Zement sind teils stärker ausgeprägt als im Schmelz
2. Die Defektkanten sind oftmals runder und abgeflachter als im Schmelz
3. Die Oberflächen im Zement erscheinen manchmal als "verschmiert" und
4. die durch das Vakuum bedingte typische Rißbildung im Zement an "verschmierten" Stellen ist deutlich verringert.

Als Schlußfolgerung dürfte deshalb der Glättungseffekt im Zement etwas größer sein als im Schmelz.

Da nach einer rein mathematischen Rechnung eine Oberfläche als glatt bezeichnet wird, wenn das Verhältnis von mittlerer Rauhtiefe zu Rauhtiefe den Grenzwert 1 erreicht (JUNG 1974), kann streng genommen eine Oberfläche im technischen Sinne nie als glatt bezeichnet werden.

So verzichteten wir weitgehend auf eine genauere Gütebezeichnung der Oberflächen, obwohl SCHRÖDER (1977) die polierte Amalcap-Füllung bei einer mittleren Rauhtiefe von etwa 5 µm als sehr glatt, LUZ (1963) die Oberfläche desselben Materials bei einer maximalen Rauhtiefe von 1,65 µm als nicht völlig glatt bezeichnet.

Silicap- und Compocap-Füllungen (Rauhtiefe 10 µm und 8 µm) werden von SCHRÖDER (1977) als wenig glatt bezeichnet, während KLEIN (1976) Oberflächen mit Rauhtiefen von 0,25 µm als hochglanzpoliert beschreibt und bei seinen Untersuchungen eine durchschnittliche Oberflächenrauhigkeit von 0,5 - 0,75 µm auf verschiedenen Composites erreichte.

VOLCHANSKY et al. (1974) sehen die Schmelzoberfläche als die wahrscheinlich glatteste Oberfläche im Munde an und werfen das Problem der Definition von Rauhigkeit auf.

Wir stimmen mit ihm in der Forderung überein, eine klinisch relevante und praktikable Definition zu

suchen, die besagt, ab wann eine Oberfläche, zum Beispiel eine Zahnoberfläche, als glatt oder als rauh zu bezeichnen ist.

- ad Polierwirkung und Glättungseffekte

Die polierten Oberflächen erscheinen sauber, die Übergänge von Restauflagerungen und Läsionen runder und milder als diejenigen von unpolierten Oberflächen.

Anders stellt sich die Oberfläche der mit den Leinenstreifen bearbeiteten Zähnen dar. Obwohl makroskopisch mit unbewaffnetem Auge die bearbeiteten Flächen teils glatt und glänzend erscheinen, waren trotzdem unter günstigen Bedingungen manchmal Kratzspuren zu erkennen. Beim Prüfen der Oberfläche mit einer Sonde konnte eine gerade spürbare Rauhigkeit getastet werden, die an vergleichbaren Flächen der mit Gummikelch oder Nylonbürstchen bearbeiteten Zähnen nicht zu eruieren war.

Bereits bei einer 16-fachen Vergrößerung zeigt sich ein deutlich erkennbares Oberflächenmuster. "Kratzspuren" von 10 µm Breite und teils größer bestimmen vielfältig das Oberflächenbild, dazu finden sich feinste Spuren, die aber deutlich tiefer in der Oberfläche erscheinen als vergleichbare Spuren bei den anderen Polierverfahren. Man könnte eher von feinen Kratzern sprechen als von "Polierspuren".

KRÖNCKE (1964) beschreibt die gesamte Wurzeloberfläche als "bemerkenswert eben" nach Leinenstreifenbearbeitung.
Wir stimmen mit ihm und SEYDEL (1962) in der Aussage überein, daß nur eine ungenügende Bearbeitung an anatomisch bedingten Einziehungen des Zahnes erfolgen kann. Dies gilt insbesondere für Approximalflächen

und für mehrwurzelige Zähne. Aufgrund unserer Beobachtungen ist weiterhin anzunehmen, daß schon relativ geringfügige anatomisch vorhandene oder iatrogen hervorgerufene Vertiefungen dem Poliereffekt des Streifens nicht zugänglich sind. Dies gilt auch für ordfaciale Flächen.

KRÖNCKE und SEYDEL beschreiben nicht die Dauer der Bearbeitung. Kriterium war die klinisch saubere Wurzeloberfläche.
Weiterhin werden keine Aussagen über die Wirkung auf Auflagerungen, Läsionen und eventuell zurückgebliebene Auflagerungen etc. gemacht.

Im Vergleich zu beiden anderen Poliermaßnahmen ist die Oberfläche nach Leinenstreifen-Bearbeitung als rauh zu bezeichnen. Sie ist bei höheren Vergrößerungen uneben (Furchenbild) (siehe Abb. 60), stufig (Kornabrißkanten) (siehe Abb. 57, 58 und 59) und mit vielen kleinen und kleinsten Restauflagerungen behaftet.
Diese Oberflächenrauhigkeit war bei unseren Untersuchungen mit einer zahnärztlichen Sonde im Vergleich zu einer glatten, unbearbeiteten Schmelzoberfläche gerade tastbar. Deshalb wird die Frage aufgeworfen, ob diese Oberflächenrauhigkeit nicht im Sinne von JONES (1972), JONES, LOZDAN und BOYDE (1972) und MIERAU (1979) als Areale der Mikrostagnation für die Bakterienflora angesehen werden kann.

MIERAU (1978 und 1979) bestätigt, daß die Rauhigkeit der Zahnoberfläche mit einer zahnärztlichen Sonde zumindest grob eingeschätzt werden kann und eine belagfördernde Wirkung besitzt.

Im selben Sinne müßte die Oberflächenstruktur der mit Zirkate behandelten Zähne diskutiert werden, die zwar erheblich sauberer, feiner und glatter ist als die mit Leinenstreifen bearbeiteten, jedoch trotzdem noch eine Mikrorauhigkeit der Spuren besitzt, die sich um 1 µm bewegt.

Der begrenzte Poliereffekt ist an Läsionen zu sehen, deren Kanten teils abgerundet und teils abgeflacht sind. Der Defektboden ist jedoch je nach Ausprägung der Läsion auspoliert bis unpoliert. Die erfolgte Säuberung und Glättung ist insgesamt als positiv zu bewerten.

Vorhandene Läsionen sowie auch Restauflagerungen sind wieder in dem Sinne der Oberflächenrauhigkeit zu überdenken und die Frage nach entsprechenden Auswirkungen wie vermehrte Plaqueansammlung, verminderte Kariesresistenz, demzufolge verstärkte Mundhygiene etc., bedarf weiterer Untersuchungen.
Diese Fragen sind von umso größerer Bedeutung, da Rauhigkeiten im Gegensatz zu den von DIEDRICH (1979) untersuchten Buccalflächen sich bevorzugt im interdentalen und subgingivalen Bereich befinden und deshalb der nutritiven Abrasion wenig und der Zahnpflege nur erschwert zugänglich sind.

Der begrenzte Effekt des Leinenstreifens ist bereits zuvor beschrieben.

- ad Allgemeine Überlegungen

Es war unsere Absicht, durch die gewählte Methode einen möglichst großen klinischen Bezug der durchgeführten Untersuchung zu bewahren.

Da im Versuch sozusagen optimale Arbeitsbedingungen gewährleistet waren, sind bei in vivo durchgeführten Maßnahmen, einige Erschwernisse und Probleme zu bedenken, wie zum Beispiel:

1. schwierigere Instrumentenführung
2. Unzugänglichkeit des Interdentalraumes
3. anatomisch bedingte Einziehungen und Vertiefungen in der Zahnoberfläche
4. Zahnfleischtaschen
5. Einflüsse wie Speichel, Blutungen, Sulcus - Fluid
6. Gewebereste auf dem Poliermedium und
7. psychische Konstitution und Behandlungsbereitwilligkeit des Patienten.

JONES et al. (1972) bezweifeln eine effektive Politur in den klinisch relevantesten Arealen der Zahnfleischtaschen und der Interdentalräume, heben jedoch den Wert zur Plaqueentfernung hervor.
Wir stimmen mit ihnen weitgehendst überein und stellen den Wert der Plaque- und Zahnstein-Entfernung außer Zweifel. Das Optimum der weiteren Säuberung und Glättung der Zahnoberfläche ist jedoch durch die von uns untersuchten Maßnahmen noch nicht erreicht. Dies betrifft insbesondere den klinisch schwer zugänglichen Interdentalraum.
Politurempfehlungen für den Interdentalraum mit Holzkeilchen (GOLDMAN 1975) oder auch Zahnseide, Nylonwolle und Bimssteinpaste (GOLDMAN 1975) sind im Hinblick auf unsere Untersuchungen skeptisch zu betrachten und sollten in ihrer Effektivität überprüft werden.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Wirkung von verschiedenen Poliermaßnahmen auf Zahnoberflächen untersucht, die vorher mit Hand- und Ultraschallinstrumenten bearbeitet worden sind.
Als Reinigungsmittel und -träger galten

Zirkate und Gummikelch,
Zirkate und Nylonbürstchen und
der Leinenstreifen.

Die im Rasterelektronenmikroskop dargestellten Zahnhartsubstanzoberflächen sind nach folgenden Kriterien untersucht worden:

1. Wirkung in Bezug auf Restauflagerungen
2. Wirkung in Bezug auf Läsionen
3. Art und Ausprägung der Poliermuster und Mikrorauhigkeit
4. Polierwirkung und Glättungseffekt allgemein.

Weiterhin wurden die einzelnen Polier- und Reinigungsverfahren miteinander verglichen, die Unterschiede hervorgehoben und die Bedeutung kritisch betrachtet.
Als wichtige Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

1. Zirkate und Gummikelch

1.1. Es ist ein eindeutiger Reinigungs-, Glättungs- und Polierеffekt nachzuweisen.
Die Zahnoberfläche ist im Vergleich zu der unpolierten Zahnoberfläche sauberer, die Kanten an Restauflagerungen und Läsionen sind durchwegs abgerundet und geglättet.

1.2. Es ist eine eindeutig begrenzte Glättungs- und Polierwirkung vorhanden.
Restauflagerungen und Läsionen sind in großen Variationserscheinungen noch nachzuweisen. Der Defektgrund (von Läsionen) ist teils auspoliert bis unpoliert und die Wirkung auf Defekte im Rahmen unserer Untersuchung ist abhängig von:

1. Form der Läsion
2. Größe der Läsion
3. Tiefe der Läsion
4. Lokalisation der Läsion und
5. verwendetem Polierinstrument.

2. Zirkate und Nylonreinigungsbürstchen

Es gelten dieselben Ergebnisse wie die oben genannten. Das Poliermuster ist jedoch etwas unregelmäßiger und ungleichmäßiger als das mit Gummikelch.

Die Mikrorauhigkeit ist geringfügig verstärkt. Die Wirksamkeit der Politur auf Läsionsoberflächen scheint durch die isolierte Wirkung der einzelnen Borsten etwas günstiger zu sein.

3. Leinenstreifen

3.1. Es ist nur ein begrenzter Reinigungs- und Glättungseffekt auf Restauflagerungen und Läsionen festzustellen. Die erreichte Oberflächenbeschaffenheit wird im Vergleich zu den beiden erstgenannten nicht als poliert bewertet. Trotzdem die Oberfläche klinisch mit unbewaffnetem Auge an entsprechend gut bearbeiteten Stellen als glatt und glänzend erscheint, sind vereinzelt unter günstigen Bedingungen Bearbeitungsspuren (Kratzer) zu sehen.

Die Oberfläche ist, mit Hilfe der zahnärztlichen Sonde geprüft, rauh gegenüber einer normalen Schmelzoberfläche.

3.2. Restauflagerungen werden nur an Stellen bearbeitet, die das Gesamtoberflächenniveau der arbeitswirksamen Ebene überragen.
Diese Ebene wird im wesentlichen bestimmt von:

1. der individuellen Anatomie des Zahnes (z.B. Einziehungen, Krümmungen etc.)
2. der Breite des Streifens
3. der Korngröße
4. dem Abrasions- und Schmiereffekt des Streifens.

3.3. Ebenso ist nur ein sehr eingeschränkter Einfluß auf Läsionen festzustellen. Es werden nur solche erfaßt, die sich an Stellen der maximalen Wirkungsmöglichkeit des Streifens befinden. So an approximal-oralen oder -facialen Zahnregionen, um deren kleinen Radius der Streifen forciert herumgeführt wird.

Die Abrasionswirkung ist im wesentlichen bestimmt von:

1. der Korngröße
2. der Schnelligkeit des Kornausfalles
3. der Schnelligkeit der Kornabnutzung und
4. der Schnelligkeit der Verschmierung des Streifens.

Diese Parameter resultieren in der Hauptsache aus empirischen Erkenntnissen und Überlegungen.

3.4. Es ist praktisch kein Glättungs- oder Rundungseffekt an den Kanten von Restauflagerungen und Läsionen vorhanden.

3.5. Das "Poliermuster" ist deutlich unregelmäßiger und ungleichmäßiger als die beiden anderen. Die Rauhigkeit ist, grob beurteilt, etwa 10-fach stärker.

Allgemein kann festgehalten werden, daß trotz der begrenzten Wirkung auf Restauflagerungen und Läsionen an Zahnhartsubstanzen durch die Politur mit Zirkate und Gummikelch oder Nylonbürstchen ein eindeutiger Reinigungs- und Glättungseffekt ausgeübt wird. Dieser schafft eine sauberere und glattere Zahnoberfläche im Vergleich zur unpolierten Oberfläche.
Die Qualität einer intakten, regulären Zahnoberfläche kann jedoch durch diese Maßnahmen nicht erreicht werden.
Mehrere Arbeitsschritte mit abgestuften und abgestimmten Abrasionseffekten und Poliereffekten sind wahrscheinlich nötig, um dieser Forderung näher zu kommen.

Die Problematik des klinischen Vergleiches und der erschwerten Arbeitsbedingungen im Munde des Patienten wird diskutiert.
Auf die Bedeutung der Oberflächenmorphologie (Mikrorauhigkeit) in Bezug zur Plaquegenese wird hingewiesen.

Allgemein ist konsequenterweise die Forderung zu erheben, die Zahnreinigung unter genauer Beachtung der Arbeitsrichtlinien der einzelnen Instrumente und möglichst schonend durchzuführen.
Weiterhin sollten einheitliche Beurteilungskriterien für die Oberflächenqualität im zahnärztlichen Bereich aufgestellt werden.

Literaturverzeichnis

1. ATTSTRÖM, R. — Entzündungsmechanismen und immunologische Reaktionen in der Gingiva. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 1166 (1973)

2. BARNES, J.E. und SCHAFFER, E.M. — Subgingival Root Planing: A Comparison Using Files, Hoes and Curettes. J. Periodont. 31, 300 (1960)

3. BARNES, G.P., STOOKEY, G.K. und MUHLER, J.C. — In Vitro Studies of the Calculus-Inhibiting Properties of Tooth Surface Polishing Agents and Chelating Agents. J. dent. Res. 50,2, 966 (1971)

4. BAUMHAMMERS, A., CONWAY, J.C., SALTZBERG, D. und MATTA, R.K. — Scanning Electron Microscopy of Supragingival Calculus. J. Periodont. 44, 92 (1973)

5. BJÖRBY, A. und LÖE, H. — The relative significance of different local factors in the initiation and development of periodontal inflammation. J. Periodont. Res. 2, 76 (1967)

6. BLAKE, G.C. und TROTT, J.R. — Periodontology. Butterworths, London, 1962

7. BÖSSMANN, K. und HOPPE, W.F. — Über die Art und Menge der Bakterien in verschiedenen Lagen der Schmelzdeckschicht menschlicher Zähne. Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 409 (1967)

8. BRADY, J.M. — A Plaque-Free Zone on Human Teeth - Scanning and Transmission Electron Microscopy. J. Periodont. 44, 416 (1973)

9. BREBOU, M. und MÜHLEMANN, H.R.
The Role of Surface Roughness of Plastic Foils in the Collection of Early Calculous Deposits
Helv. odont. Acta 10, 137 (1966).

10. BRUNIER, E.
Die Wirkung verschiedener Schleifmittel auf den menschlichen Zahnschmelz - nachgewiesen durch das Rasterelektronenmikroskop
Med. Diss. Mainz (1971)

11. CHACE, R.
Methods and Values of Tooth Planing in Periodontal Therapy
J. Periodont. 32, 233 (1961)

12. DIEDRICH, P.
Die Bracketadhäsivtechnik
Zahnärztl. Mitt. 22, 1405 (1979)

13. DIEDRICH, P., VAHL, J., BOMFLEUR, W. und MUTSCHELKNAUSS, R.
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Wurzeloberfläche nach Anwendung verschiedener Hand- und Ultraschallinstrumente
Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 396 (1975)

14. EICHNER, K.
Über Einflüsse bei der Dauerberührung der Gingiva durch Brückenzwischenglieder
In: Eichner, K., Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung, 3. vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1974

15. EINFELDT, H.
Zur Hygiene des Interdentalraumes
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 490 (1970)

16. EWEN, S.J.
Devices for calculus removal
J. Amer. dent. Ass. 78, 795 (1969)

17. EWEN, S.J. und GWINNET, J.A.
A Scanning Electron Microscopic Study of Teeth following Periodontal Instrumentation
J. Periodont. 45, 92 (1977)

18. FITZPATRICK, D.A. und WAY, D.C.
The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel
Amer. J. Orthodont. 72, 671 (1977)

19. FRANZ, G.
Untersuchungen zum Einfluß von Zahnpasten auf Zahnhartsubstanzen
Zahnärztl. Welt 10, 515 (1977)

20. FRÖHLICH, E.
Die Bedeutung der peripheren Durchblutung des Parodontiums für die Entstehung und Therapie der Zahnbetterkrankungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 153 (1964)

21. FRÖHLICH, E.
Die Pathologie der postulzerösen Zahnfleischnische und ihre Therapie
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 284 (1972)

22. FROMME, H.G., RIEDEL, H. und VAHL, J.
Beobachtungen zum Gefügeaufbau der Zahnhartsubstanzen mit Hilfe des Raster-Elektronen-Auflichtmikroskopes
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 395 (1967)

23. GOLDMAN, H.M., COHEN, W.D. und GULDENER, P.H.
Lehrbuch der Parodontologie
Kapitel XII
4. Auflage, Medica Verlag, Stuttgart 1975

24. GREEN, E.
Root Planing with Dull and Sharp Curettes
J. Periodont. 39, 348 (1968)

25. GÜLZOW, H.J.
Schwarze und grüne Zahnbeläge Untersuchungen über ihre Häufigkeit und über ihre Beziehungen zur Kariesfrequenz
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1370 (1963)

26. GÜLZOW, H.J.
Schwarze und grüne Zahnbeläge Untersuchungen über ihre Beziehungen zum marginalen Parodontium und zur Mundhygiene
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 267 (1965)

27. HEATH, J.R. und WILSON, H.J.
Abrasion of restorative materials by toothpaste
J. Oral Rehabilitation 3, 121 (1976)

28. HEPBURN, Chr.
Grundlegendes zur Konkremententfernung und Kürettage
In: Schug-Kösters, M., Ring, A., Ketterl, W. und Hepburn, Chr., Einführung in die Behandlung der marginalen Parodontopathien
Schriften zur Praxis des Zahnarztes, Band 1, Werkverlag Dr. Edmund Banaschewski 1963

29. HÜTTEMANN, R.W.
Untersuchungen über die Oberflächenstruktur des Zahnschmelzes nach Einwirkung von Ultraschall
Med. Diss. Gießen 1976

30. JONES, S.J.
The tooth surface in periodontal disease
Dent. Practit. 22, 462 (1972)

31. JONES, S.J., LOZDAN, J. und BOYDE, A.
Tooth surfaces treated in situ with periodontal instruments
Brit. dent. J. 132, 57 (1972)

32. JUNG, T.
Schleif- und Poliermittel
In: Eichner, K., Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung, 3. vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1974

33. KLEIN, U.
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über die Mikromorphologie verschiedener Composites nach unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung
Med. Diss. Bonn 1976

34. KRÖNCKE, A.
Oberflächenuntersuchungen über die Wirkung und Wirksamkeit verschiedener zur Glättung der Wurzelflächen anwendbarer Instrumente
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 1041 (1964)

35. KRÖNCKE, A.
Perikymatien
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 1397 (1966)

36. KRÖNCKE, A.
Der Füllungs- und Kronenrand aus parodontologischer Sicht
Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 161 (1973)

37. LANG, N.P.
Die Vorbehandlung in der Parodontaltherapie
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 3 (1978)

38. LANGE, D.E.
Parodontologie in der täglichen zahnärztlichen Praxis
Quintessenz 3, 157 (1977)

39. LIE, T. und MEYER, K.
Calculus removal and loss of tooth substance in response to different periodontal instruments
J. Clin. Periodont. 4, 250 (1977)

40. LINDHE, J., HAMP, S.-E. und LÖE, H.
Plaque induced periodontal disease in beagle dogs. A 4-year clinical, roentgenographical and histometrical study
J. Periodont. Res. 10, 243 (1975)

41. LÖE, H., THEILADE, E. und JENSEN, S.B.
Experimental Gingivitis in Man
J. Periodontol. 36, 177 (1965)

42. LUZ, G.
Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Politurverfahren auf Oberfläche und Randschluß von Amalgamfüllungen
Med. Diss. Tübingen 1963

43. MAYER, R., WIELAND, D. und HEMLEBEN, Ch.
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Zahnoberfläche
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 599 (1978)

44. MEINERS, H., VAHL, J. und WEISSHAAR, A.
Elektronenmikroskopische Oberflächenuntersuchungen von Putzeffekten an Kunststoffüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 450 (1974)

45. MEYER, K. und LIE, T.
Root surface roughness in response to periodontal instrumentation studied by combined use of microroughness measurements and scanning electron microscopy
J. Clin. Periodont. 4, 77 (1977)

46. MIERAU, H.D.
Reproduzierbarkeit der Plaquebildung im dentogingivalen Bereich (4. Mitteilung)
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 269 (1979)

47. MIERAU, H.D. und SINGER, D.
Reproduzierbarkeit der Plaquebildung im dentogingivalen Bereich (3. Mitteilung)
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 566 (1978)

48. MÖRMANN, W.
Ein In vivo-Modell zur Oberflächenanalyse von Komposit-Füllungsmaterialien nach unterschiedlicher Feinausarbeitung
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 205 (1978)

49. MUHLER, J.C., DUDDING, N.J. und STOOKEY, G.K.
The Clinical Effectiveness of a Particular Particle Size Distribution of Zirconium Silicate for Use as a Cleaning and Polishing Agent for Oral Hard Tissues
J. Periodont. 35, 481 (1964)

50. NOWY, K.
Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen von Zahnoberflächen nach karies- und parodontalprophylaktischen Maßnahmen
Med. Diss. Tübingen 1980

51. OHNESORGE, J., HOLM, R. und PFEFFERKORN, F.G.
Rasterelektronenmikroskopie Eine Einführung für Mediziner und Biologen
2. überarbeitete und erweiterte Auflage
Georg Thieme, Stuttgart 1978

52. PANTKE, H.
Untersuchungen über Retzius-streifen und Perikymatien
Stoma (Heidelberg) 10, 32 (1957)

53. PUHAR, M. und EGLI, A.
Oberflächenrauhigkeit zahnärztlicher Materialien in graphischer Darstellung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 1013 (1967)

54. PUTT, M.S., KLEBER, C.J., DAVIS, J.A., SCHIMMELE, R.G. und MUHLER, J.C.
Physical Characteristics of a New Cleaning and Polishing Agent for Use in a Prophylaxis Paste
J. dent. Res. 54, 527 (1975)

55. RATEITSCHAK, K.H., RENGGLI, H.H. und MÜHLEMANN, H.R.
Parodontologie
2. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage
G. Thieme, Stuttgart 1978

56. RENGGLI, H.H.
Auswirkungen subgingivaler approximaler Füllungsränder auf den Entzündungsgrad der benachbarten Gingiva
Habilitationsschrift, Zürich 1974

57. RIETHE, P.
Prophylaxe parodontaler Erkrankungen im Rahmen der konservativen Therapie
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 64 (1966)

58. RIETHE, P.
Plaques und Zahnstein in ihren Beziehungen zum marginalen Parodontium
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 915 (1969)

59. SAUERWEIN, E.
Kariologie
Ätiologisches Faktorenbündel der Karies
Klinisches Erscheinungsbild der Karies
G. Thieme, Stuttgart 1974

60. SAUERWEIN, E.
Einführung in die Parodontologie
In: Zahnerhaltungskunde
3. neubearbeitete und erweiterte Auflage
G. Thieme, Stuttgart 1976

61. SAXER, U.P.
Orale Fluorclearance nach Applikation fluorhaltiger Zahnreinigungspasten oder Benetzungslösung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 80, 237 (1970)

62. SCHAFFER, E.M.
Periodontal instrumentation: scaling and root planing
Int. dent. J. 17, 297 (1967)

63. SCHAREYKA-FUSSAN, S., SCHMIDT, H. und SCHULTE, W.
Die exzessive Schlifffläche als pathogenetischer Kofaktor im parodontal erkrankten Gebiß
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 414 (1976)

64. SCHEFFER, M.H., EWEN, J.S. und LITE, T.
Instrumentation
In: Ward, H.L. und Simring, M., Manual of clinical Periodontics
The C. V. Mosby Company
Saint Louis 1973

65. SCHRÖDER, H.J.
Untersuchungen des Randes von Füllungen aus plastischem Material nach Einwirkung von Ultraschall
Med. Diss. Gießen 1977

66. SCHROEDER, H.E. und MARTHALER, T.M.
A Study of the initial Calculus Formation Rate on foils
Helv. odont. Acta 6, 38 (1962)

67. SCHROEDER, H.E., SCHAIT, A. und MÜHLEMANN, H.R.
Frühstadien der Zahnsteinbildung und ihre chemische Beeinflussung
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1606 (1962)

68. SCHULTE, W. und SCHÖNLEBER, W.
Beobachtungen über marginale Parodontitis bei Störungen der Magensekretion
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 1749 (1959)

69. SCHULTE, W.
Marginale Parodontitis und Magensekretion - weitere Ergebnisse
Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 739 (1961)

70. SCHULTE, W.
Die Indikationsgrenzen der systematischen Parodontose-Behandlung unter Berücksichtigung interner Faktoren
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 41 (1966)

71. SCHULTE, W.
Ätiologie der Parodontopathien
Die Stellung und Bewertung der endogenen Faktoren
Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 1154 (1973)

72. SCHULTZE-GLÄSNER, M.
Oberflächenuntersuchungen an extrahierten Zähnen und am Patienten vor und nach instrumenteller Entfernung von Zahnstein und Konkrementen
Med. Diss. Mainz 1968

73. SELVIG, K.A.
Attachment of plaque and calculus to tooth surfaces
J. periodont. Res. 5, 8 (1970)

74. SEYDEL, A.
Untersuchungen über Oberflächen von Zahnwurzeln nach instrumenteller Entfernung von Konkrementen
Med. Diss. Tübingen 1962

75. SINGER, D. und MIERAU, H.D.
Plaquebildung und Oberflächenstruktur des Zahnschmelzes
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 527 (1978)

76. SPRANGER, H.
Ultraschall in der Parodontaltherapie
Seine Wirkungen auf den menschlichen Zahn
Med. Diss. Berlin 1968

77. STOOKEY, G.K., HUDSON, J.R. und MUHLER, J.C.
Studies Concerning the Polishing Properties of Zirconium Silicate on Enamel
J. Periodont. 37, 200 (1966)

78. STOOKEY, G.K., MC GUIRE, J.L., STANDISH, S.M. und MUHLER, J.C.
Studies Concerning the Biological Properties of Zirconium Silicate
J. Periodont. 38, 53 (1967)

79. VOLCHANSKY, A., CLEATON-JONES, P. und RETIEF, D.H. — Study of surface characterstics of natural teeth and restorations adjacent to gingivae. J. prosth. Dent. 31, 411 (1974)

80. WAERHAUG, J. — Effect of rough surfaces upon gingival tissue. J. dent. Res. 35, 323 (1956)

81. WHITEHURST, V.E., STOOKEY, G.K. und MUHLER, J.C. — Studies concerning the cleaning, polishing, and therapeutic properties of commercial prophylactic pastes. J. oral ther. and pharmacol. 4, 181 (1967)

82. ZAMPA, S.T. und GREEN, E. — Effect of Polishing Agents on Root Roughness. J. Periodont. 43, 125 (1972)

Zum Schluß der Arbeit bedanke ich mich herzlich bei Herrn Professor Dr. R. Mayer für die Überlassung des Themas, die freundliche Unterstützung, die Korrektur des Manuskriptes sowie für die Berichterstattung.

Lebenslauf

Am 4. August 1950 wurde ich, Heinz Johann Müller, als Sohn des Betriebsleiters Heinz Müller und dessen Ehefrau Ingeborg, geb. Regnat, in Heinrichsheim bei Neuburg an der Donau geboren.

Von 1956 bis 1963 besuchte ich die Volksschule in Heinrichsheim und anschließend von 1963 bis 1967 die Knabenrealschule St. Augustin in Neuburg an der Donau, an der ich die Mittlere Reife erwarb. Von 1967 bis 1970 war ich Auszubildender als Elektromechaniker in Augsburg und legte die Gesellenprüfung mit Erfolg ab. Im September 1970 trat ich in das Bayernkolleg in Augsburg ein und legte im März 1973 die Reifeprüfung ab. An der Universität München war ich im Sommersemester 1973 für die Fächer Physik/Mathematik eingeschrieben. Anschließend diente ich von September 1973 bis März 1974 als Wehrpflichtiger.

Im Sommersemester 1974 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität Tübingen, bestand am 13. März 1975 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 12. Oktober 1976 die zahnärztliche Vorprüfung. Am 13. Juni 1979 beendete ich das Studium mit dem Staatsexamen und erhielt die Bestallung als Zahnarzt.

Seit November 1979 bin ich Wissenschaftlicher Angestellter im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung Zahnärztliche Chirurgie und Parodontologie, in Tübingen.